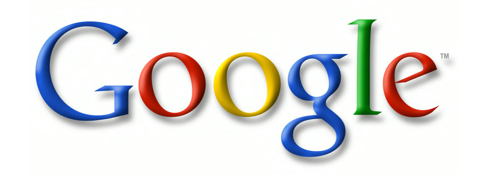
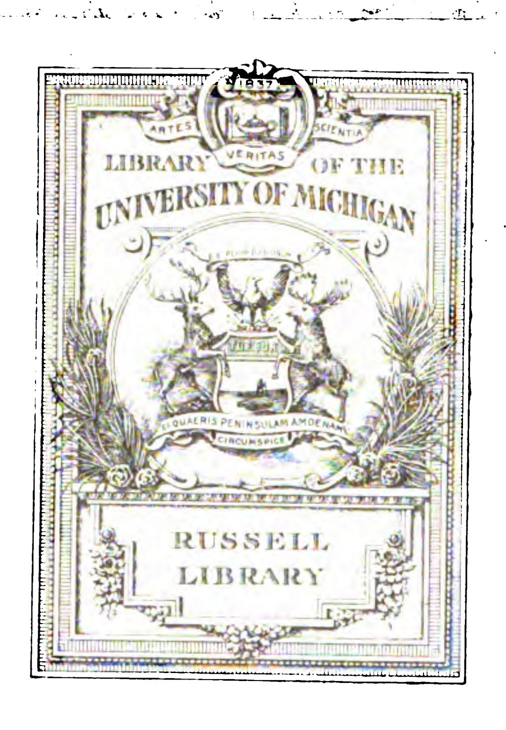
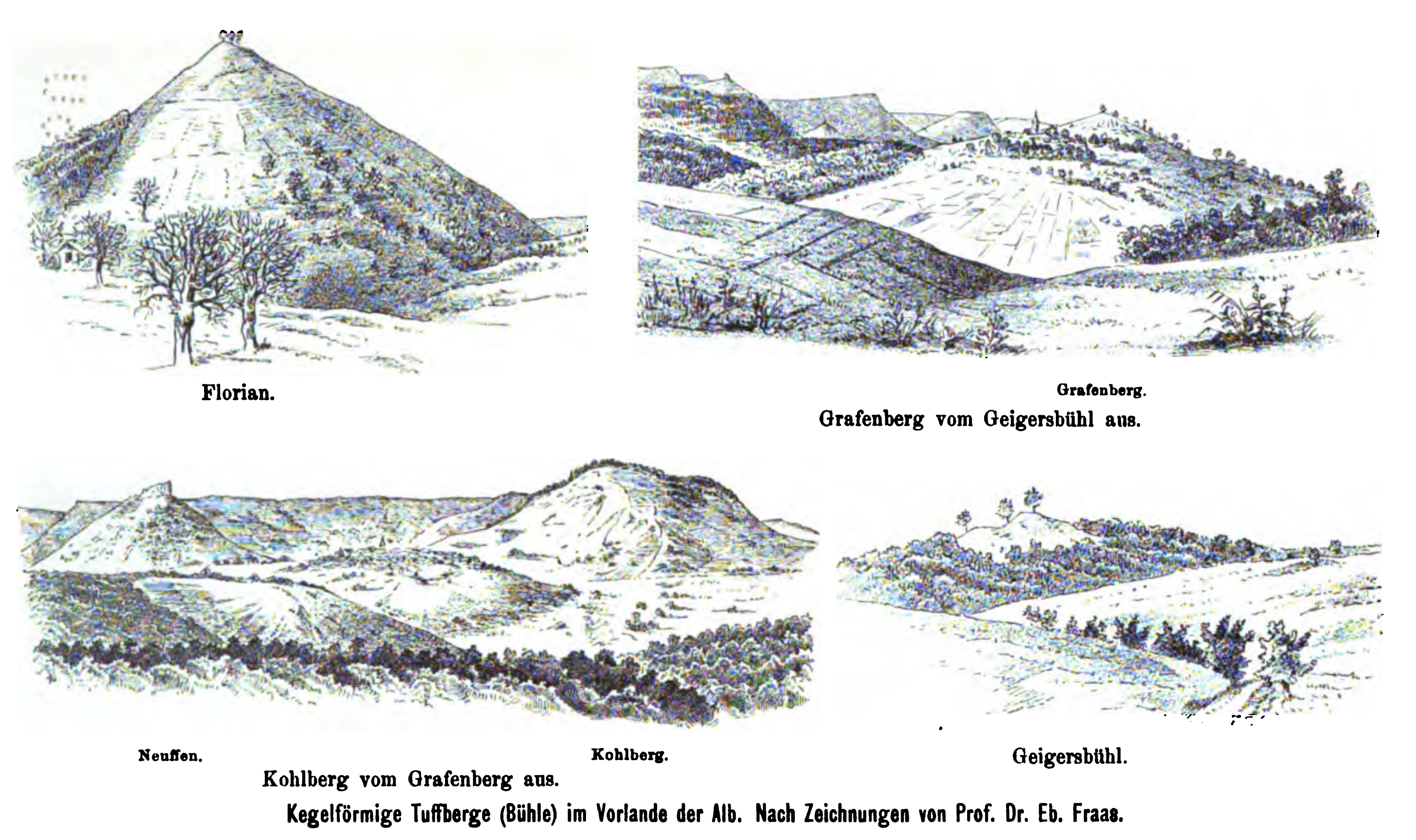








Grafenberg vom Geigersbühl aus.

Kohlberg vom Grafenberg aus.

Kegelförmige Tuffberge (Bühle) im Vorlande der Alb. Nach Zeichnungen von Prof. Dr. Eb. Fraas.

Schwabens
125 Vulkan-Embryonen

und

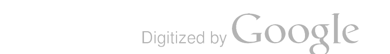
deren tufferfüllte Ausbruchsröhren, das grösste Gebiet ehemaliger Maare auf der Erde

von

Prof. Dr. W. Branco
in Tübingen.

Mit 2 geologischen Karten und 115 Textfiguren.

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1894.



Separat-Abdruck aus „Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg".
Jahrgang 1894. 1895.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger), Stuttgart.

Inhaltsverzeichnis.

Teil I.



einmal so grosse Mächtigkeit ergeben, als ihm nach Messungen über Tage dort zuerkannt wird S. 154. Der Erklärungsversuch dieser Erscheinung, Verwerfung mit Ueberschiebung, ist unmöglich S. 156; ein Irrtum oder Betrug beim Bohren sind gleichfalls ausgeschlossen. Der Untere Braun-Jura muss also wirklich eine etwa doppelt so grosse Mächtigkeit besitzen, wie man ihm nach Messungen über Tage zuerteilt.

Aufzählung der einzelnen, im Abschnitte XIV beschriebenen Vorkommen in der Reihenfolge ihrer Nummern.

Ein × vor dem Namen bedeutet, dass hier Basalt auftritt; entweder als Gang im Tuffe oder ohne letzteren.

I. Oben auf der Alb, 35 Tuff-Maare, 3 Basalt-Maare.

II. Am Steilabfall der Alb, 32 Tuff-Maare, bezw. Maar-Tuffgänge.

IIa. Randecker Halbinsel.

IIb. Erkenbrechtsweiler Halbinsel.

IIc. St. Johann-Halbinsel.

Aufzählung der im Abschnitte XIV beschriebenen Vorkommen in alphabetischer Ordnung.

Teil II.

Die Beschaffenheit und Entstehung der Tuffe und Basalte, sowie die Erosionsreihe der Maare des Gebietes von Urach. Allgemeines über Tuffe und Maare.

Teil I.

Vorwort.

Wohl in keinem anderen Lande der Erde besteht ein so grosser Kreis von Freunden der Geologie, wie in dem Lande Württemberg. Ich habe daher geglaubt, diese Arbeit, soweit es anging, auch für solche verständlich schreiben zu sollen, welche nicht geologische Fachleute sind. Dieser Umstand wird es erklären, wenn ich einzelne Dinge in ausführlicherer Weise behandelt habe, als das anderenfalls geschehen wäre. Der Fachmann wird das leicht überschlagen können, dem Nichtfachmanne wird es zum besseren Verständnisse dienen.

Es soll auf den nächstfolgenden Seiten gezeigt werden, dass und warum unser vulkanisches Gebiet von Urach einen geologischen Schatz ersten Ranges darstellt. In gerechter Würdigung dieses Umstandes hat Seine Excellenz der Staatsminister des Kirchen- und Schulwesens, Herr Dr. von Sarwey mir bereitwillig die erbetenen Mittel gewährt, um durch Bohrung gewisse Punkte erhellen zu können, welche bezüglich ihrer Lagerung unentzifferbar dunkel waren. Es sei mir daher gestattet, an dieser Stelle Seiner Excellenz meinen ehrerbietigsten Dank öffentlich aussprechen zu dürfen für die grosse Förderung, welche meiner Arbeit dadurch zu teil wurde; ohne diese Bohrungen würden gerade diejenigen Punkte, welche infolge ihrer mangelhaften Aufschlüsse einer anderen Deutung ausgesetzt waren, die wissenschaftliche Bedeutung unseres Gebietes verringert haben.

In gleicher Weise möchte ich verbindlichsten Dank abstatten: dem Direktor des statistischen Landesamtes, Herrn v. Zeller, dessen freundliches Entgegenkommen die Herstellung der dieser Arbeit beigegebenen grossen geologischen Karte so wesentlich erleichterte. Ferner Herrn Bergrat-Direktor Dr. v. Baur, welcher in liebenswürdigster Weise mir Mitteilungen über das Bohrloch bei Neuffen zukommen

liess. Endlich Herrn Prof. Dr. EBERHARD FRAAS, dessen Skizzenbuch ich die vier landschaftlichen Bilder unserer Tuffberge entnehmen durfte.

Kurze Erklärung der Verhältnisse.

Da diese Arbeit in zwei Teilen erscheinen wird, deren erster nur gewisse, für dieselbe nötige Vorfragen behandelt und eine Beschreibung des in Rede stehenden Gebietes sowie der einzelnen vulkanischen Punkte giebt, so erweist es sich für das Verständnis des Lesers als nötig, diesem ersten Teile eine kurze Erläuterung voranzuschicken, in welcher das Bedeutungsvolle, Merkwürdige unseres vulkanischen Gebietes klargelegt wird.

An und für sich, also im weiteren Sinne, ist freilich eine jede Naturerscheinung merkwürdig und wunderbar; und nur dadurch, dass sie alltäglich wird, sinkt sie in unserer Vorstellung herab, verliert in unseren Augen das Überraschende und damit auch in unserem Sprachgebrauche die Berechtigung, jene Beiworte zu führen.

Wenn ich daher die im folgenden beschriebenen vulkanischen Erscheinungen der schwäbischen Alb als „merkwürdige" bezeichne, so habe ich selbstverständlich nicht jenen weiteren Sinn des Wortes im Auge. Ich will vielmehr dieses Beiwort ganz im Sinne unseres Sprachgebrauches verstanden wissen; denn das überaus Eigenartige, welches in der Vulkangruppe von Urach zu Tage tritt und von SCHÜBLER[1], QUENSTEDT[2] und DEFFNER[3] mit dem Ausdrucke „rätselhaft" bezeichnet wurde, verdient mit vollem Rechte mindestens das Beiwort merkwürdig. Nur an ganz wenigen, vereinzelten Orten der Erde[4] kennt man bisher ähnliche Bildungen wie in unserer Gruppe von Urach. Aber allein dieses letztere Gebiet ist durch seine Aufschlüsse im stande, das Dunkel, welches jene umgab, zu erhellen.

So finden diese vulkanischen Verhältnisse der schwäbischen Alb bisher auf Erden wenig ihresgleichen; fast als ein Unikum stehen sie da. Trotzdem hat man, abgesehen von der doch geringen Zahl einheimischer Geologen, bisher in der ganzen übrigen wissenschaftlichen Welt keine Ahnung von dem Dasein dieses geo-

---

[1] Württembergische Jahrbücher von Memminger. 1824. S. 366.

[2] Begleitworte zu Blatt Tübingen. S. 15. Geologische Ausflüge in Schwaben. 2. Ausgabe. S. 85.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. 1872.

[4] s. später „Tuffe in gangförmiger Lagerung an anderen Orten der Erde".

logischen Schatzes in unserem Lande. In keinem einzigen der zahlreichen Lehrbücher der Geologie wird unseres vulkanischen Gebietes bei Urach überhaupt nur Erwähnung gethan.

Bei der geologischen Aufnahme des württembergischen Landes hatten zwei unvergessliche Männer ihr Arbeitsfeld in diesem vulkanischen Gebiete. Beide ruhen nun schon in dem Schosse des von ihnen durchforschten heimatlichen Bodens. Der eine von ihnen, QUENSTEDT, war bis an sein Lebensende durch seine weltbekannten Arbeiten völlig anderer Art gefesselt, so dass ihm wenig Zeit blieb, den vulkanischen Dingen sein Augenmerk näher zuzuwenden. DEFFNER aber, der zweite, wurde mitten im Schaffen hinweggerufen, bevor er an eine zusammenfassende Bearbeitung der ihn fesselnden vulkanischen Bildungen und eine eingehendere Erklärung derselben denken konnte. Eine Schwierigkeit mochte wohl auch darin liegen, dass bei der geologischen Landesaufnahme auf QUENSTEDT's Anteil vier der betreffenden vulkanischen Atlasblätter kamen, auf DEFFNER's ein fünftes. So hatte keiner der beiden die Gesamtheit aller vulkanischen Punkte aufzunehmen; und es mochte zunächst nicht gut angehen, wenn DEFFNER auf QUENSTEDT's Gebiet hinübergegriffen hätte [1].

Auf solche Weise kam es, dass nur in den Begleitworten der betreffenden Atlasblätter über diese Dinge berichtet wurde, wo sie der geologischen Welt mehr oder weniger unbekannt blieben.

Ich sagte, dass nur an vereinzelten, wenigen Orten der Erde bisher Ähnliches wie in unserem schwäbischen Gebiete beobachtet worden sei. Es mag Gleiches auch noch an einigen weiteren Orten der Erde, wenn auch nicht beobachtbar, so doch vorhanden sein; nämlich da, wo sich Maare befinden. Aber unser schwäbisches Gebiet ist wohl allein auf Erden im stande, den Schlüssel zu liefern für das Verständnis dieser Dinge; den Schlüssel, welcher die Tuffgänge im Carbon Schottlands, vielleicht auch die diamantführenden Tuffgänge Südafrikas in Verbindung bringt mit einstigen, längst zerstörten Maaren.

Ganz allein in unserem schwäbischen Vulkangebiete hat bisher die Natur diese Bildungen entschleiert, indem sie bei ihrer Thätigkeit, die Alb von der Erdoberfläche abzurasieren, jetzt gerade bis in die Mitte desjenigen Teils der Alb vorgedrungen ist, welcher durch diese Gebilde in so hohem Masse sich auszeichnet. Auf solche Weise sind die letzteren zum Teil, nämlich oben auf der Alb, noch unverletzt vorhanden und damit verschleiert; zum anderen Teil aber, nämlich am Steilabfalle der Alb, ihrer Länge nach aufgeschnitten;

[1] s. später „Das Geschichtliche“.

und zum dritten Teil, nämlich im nördlichen Vorlande der Alb, durch mannigfache quere und schräge Schnitte in den verschiedensten Höhenlagen über ihrer Wurzel abrasiert und dann bald mehr, bald weniger aus ihrer Umgebung herausgearbeitet. Durch diese Umstände aber sind sie in den beiden letzten grösseren Teilen unseres Gebietes ihres Schleiers beraubt.

Worin liegt nun dieses Merkwürdige, durch welches unser Vulkangebiet gegenüber fast allen anderen bisher näher bekannten der Erde in so hohem Masse ausgezeichnet ist? Nicht etwa handelt es sich um grossartige Erscheinungen, um gewaltige räumliche Ausdehnung der zu Tage geförderten Massen; im Gegenteil, ich sagte ja, dass unsere Vulkane bereits in einem embryonalen Entwickelungsstadium ausgelöscht wurden. Auch nicht in der Beschaffenheit der Basalte oder in dem Vorkommen seltener Mineralien ist es zu suchen; denn erstere treten ganz in den Hintergrund, und von letzteren erscheinen nur die gewöhnlichsten. Das Merkwürdige liegt vielmehr in den Lagerungsverhältnissen unserer vulkanischen Tuffe; in der Gestalt der von letzteren erfüllten Ausbruchskanäle, welche keineswegs Spalten sind; in der Erkenntnis, dass die embryonalen Vulkane wohl überall auf Erden so beschaffene Röhren besitzen werden; in der gewaltigen Zahl solcher Bildungen in unserem Gebiete. In Kürze will ich das erklären:

Die Stellen, an welchen vulkanische Massen aus dem Innern der Erde einst emporgedrungen sind und noch empordringen, sind ausserordentlich zahlreich.

In vielen Fällen trat nur geschmolzener Gesteinsbrei in Spalten oder unterirdische Hohlräume und erstarrte in denselben, ohne die Erdoberfläche zu erreichen.

In zahlreichen anderen Fällen quoll der Schmelzfluss bis an die Erdoberfläche, floss über und baute im Laufe längerer Zeiten auf dieser mehr oder weniger hohe Vulkanberge auf. Wenn dann diese vulkanische Thätigkeit erlosch, so erstarrte der Schmelzfluss in den Ausbruchskanälen. Die Fälle, in welchen wir diese letzteren beobachten können, zeigen sich daher stets, wie bei den ersteren Fällen, erfüllt mit festem, erstarrtem vulkanischem Gesteine. Die ausgeschleuderten losen Aschen und Lapilli dagegen liegen oben auf der Erdoberfläche.

Diesen zahllosen Fällen gegenüber giebt es nur sehr vereinzelte Orte, an welchen diese vulkanische Thätigkeit bereits in einem embryonalen Stadium erstickte: es blieb bei der Anfangsbildung, bei

einem Maare. D. h. nur der Ausbruchskanal war gebildet, nur ein wenig lose Asche und Lapilli wurden ausgeworfen. Von keinem einzigen dieser Maarkanäle ist, soviel ich weiss, bisher die Füllmasse bekannt.

Unsere vulkanische Gruppe von Urach lehrt uns nun ein solches Maargebiet kennen, in welchem auf verhältnismässig kleinem Raume nicht weniger als 125 solcher embryonalen Vulkanbildungen liegen. GILBERT[1] giebt die Zahl aller bisher auf Erden bekannten Maare mit 50 an. Ist diese Zahl richtig, so sehen wir in Schwaben auf einem nur 20 Quadratmeilen grossen Gebiete in unseren 125[2], teils erhaltenen, teils zerstörten Maaren mehr als zweimal so viel Maare, als bisher auf der ganzen Erde zusammengenommen bekannt sind! Aber auch wenn jene Zahl eine etwas zu niedrige sein sollte — das geht doch zweifellos aus dem Gesagten hervor, dass unser schwäbisches vulkanisches Maargebiet gegenüber allen anderen ein erdrückendes Übergewicht besitzt, dass es eine einzigartige Sonderstellung auf Erden einnimmt.

Aber auch in einer zweiten Hinsicht gilt das, wenn möglich in noch höherem Masse. Zum ersten Male überhaupt auf Erden, soweit mir geologische Litteratur darüber bekannt ist, lernen wir die Füllmasse der Ausbruchskanäle von Maaren kennen. Wir sehen, dass in denselben nicht feste Gesteinsmasse, wie sonst fast überall auf Erden, sondern lose Aschen und Tuffe lagern. Eine Thatsache, welche nicht leicht zu erklären ist. Derartige tufferfüllte Röhren kennt man bisher nur in Schottland häufiger, sonst nur ganz vereinzelt, in Verbindung mit Maaren aber noch gar nicht.

Wir können weiter in unserem Gebiete diese Tuffsäulen bis in die grosse Tiefe von etwa 5—800 Meter hinab verfolgen. Wir haben hier eine Erosionsreihe dieser Gänge vor Augen, wie sie schöner und lehrreicher nicht gedacht werden kann. Alle Übergänge sind vorhanden, von dem noch fast völlig erhaltenen

[1] The moon's face. Philosophical society of Washington, Bulletin Vol. 12. 1893. S. 241—292. Taf. 3.

[2] Die Zahl von 125 ist eine ungefähre; es werden jedoch eher mehr als weniger Maare vorhanden gewesen sein.



Maarkessel an: durch den leicht verletzten, den ganz abgetragenen Kessel, den soeben aus dem Nebengestein den Kopf heraussteckenden Tuffgang des Maars, bis hinab zu dem aus Hunderten von Metern Tiefe herausgearbeiteten Gange und seinem Basaltkerne. Noch an keinem einzigen anderen Maare der Erde war aber, meines Wissens, bisher Derartiges beobachtet worden.

Dieses Verhalten unserer Maare wirft nun auch ein Licht auf die anderen Maare der Erde und macht es höchst wahrscheinlich, dass auch bei diesen die Ausbruchskanäle bis in grosse Tiefe hinab meist mit Tuff anstatt mit fester Lava erfüllt sein werden. Keine einzige Beobachtung liegt bisher aus diesen anderen Maargebieten vor, welche uns darüber Aufschluss gäbe.

Doch nicht genug daran. Das geologisch Überreiche unseres Gebietes lehrt uns auch einige ganz vereinzelte Ausnahmen kennen, in welchen diese Ausbruchsröhren der Maare durch Basalt erfüllt sind.

Auch das höchste geologische Alter werden wir unter fast allen bisher bekannten Maargebieten für das unsere in Anspruch nehmen dürfen; denn seine Entstehung fällt in die mittelmiocäne Epoche. Infolge dieses hohen Alters sind unsere Maare und ihre Gänge so stark erodiert; während die anderen, weil jugendlicher, noch unversehrt bleiben konnten.

Diese in unserem Gebiete gewonnene Erkenntnis legt uns weiter die zweifellos zu bejahende Frage nahe, ob nicht zu allen Zeiten Maare, bezw. derartige tufferfüllte Röhren sich gebildet haben werden. Ob also nicht geologisch noch sehr viel ältere Maare, daher bis zu sehr viel grösserer Tiefe abgetragene Ausbruchskanäle derselben, bestehen. Ob nicht die tufferfüllten Röhren, welche man in Schottland im Carbon kennt, auf uralte einstige Maare zurückzuführen sind.

Von höchstem allgemein geologischem Interesse ist ferner die Erkenntnis, welche wir hinsichtlich der Gestalt der Ausbruchskanäle in unserem Gebiete gewinnen. Wir finden fast ausnahmslos nicht etwa Spalten, sondern röhrenförmige Kanäle runden oder

ovalen Querschnittes. Die 20 □Meilen umfassende Gesteinsplatte des vulkanischen Gebietes ist wie ein Sieb durchlöchert; also nicht etwa wie eine gänzlich zertrümmerte Platte von Brüchen, Spalten und Verwerfungen durchzogen!

Diese in unserem Gebiete gewonnene Thatsache giebt uns Anhaltspunkte für die Beantwortung der allgemein geologisch so wichtigen Frage nach der Art und Weise, in welcher die Ausbruchskanäle entstehen. Gegenüber den bisherigen Anschauungen scheint es — doch wird erst eine spätere Arbeit hierin völlige Sicherheit geben — als wenn die vulkanischen Massen doch im stande sind, sich ganz unabhängig von Spaltenbildungen, also Brüchen der Erdrinde, röhrenförmige Kanäle durch die Erdrinde vermittelst Explosionen auszublasen.

Die Tuffe unseres Gebietes sind Breccien, ein wirres Gemenge von vulkanischer Asche und eckigen Bruchstücken aller derjenigen festen Gesteine der Erdrinde, welche bei der Bildung des Ausbruchskanales durchbrochen wurden. Aus der Natur dieser Gesteinsstücke können wir nun ferner eine Anzahl von Schlüssen ziehen, welche, wenn auch nicht mehr von allgemein geologischem Interesse, so doch von solchem für das württembergische Land sind. So gewährt uns die Beschaffenheit unserer Tuffe einen unwiderleglichen Beweis für die einstige Ausdehnung der Alb, des Weissen Jura, über ansehnliche Landesteile Württembergs, in welchen gegenwärtig auch nicht der kleinste Überrest der Alb anstehend mehr vorhanden ist.

Sie beweist uns ebenso sicher, dass die Kreideformation in diesen Landesteilen über dem Weissen Jura niemals zur Ablagerung gelangt sein kann.

Sie lässt uns die Zeit, welche für die Abtragung dieses grossen einstigen Teiles der Alb erforderlich war — wenn auch nicht dem absoluten, so doch dem relativen Masse nach — erkennen.

Sie gewährt uns endlich einen, bei der grossen Zahl der Ausbruchspunkte wohl sicher zu nennenden Aufschluss über die Formationen und Gesteine,

welche unter diesen Landesteilen in der Tiefe verborgen liegen.

Auf solche Weise stellt unser äusserlich so sehr unscheinbares schwäbisches Vulkangebiet trotzdem einen geologischen Schatz ersten Ranges dar von allgemein geologischem wie von speciell württembergischem Interesse. Einen Schatz, für welchen das im Titel gewählte Beiwort „merkwürdig" vollste Berechtigung besitzt.

Die schwäbische Alb und ihre ehemalige Ausdehnung.

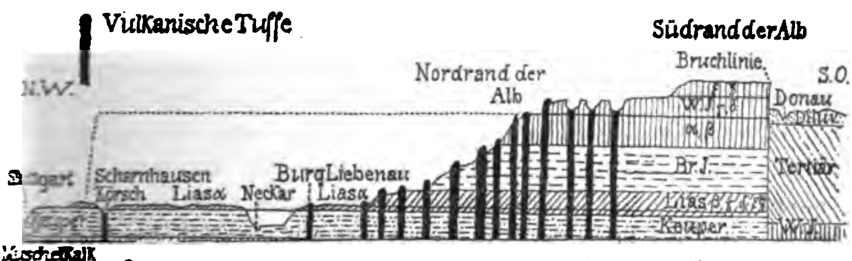
Ihr Aufbau. Verschiedene Entstehung ihres NW.- und ihres SO.-Randes. Der SO.-Rand durch Bruch entstanden; von Oeynhausen, Gümbel, Benecke. Zeit der Bildung dieser Verwerfung. Sprunghöhe derselben. Ausdehnung der abgesunkenen Albtafel gegen S. Der NW.-Rand. Erklärungsversuche seiner Entstehung von E. Schwarz, Graf Mandelsloh, Quenstedt, Dorn. Der NW.-Rand ist lediglich durch Abtragung und Untergrabung entstanden. Die Abtragung erfolgt in senkrechten, nicht wagerechten, Schnitten und in mehreren Stufen. Die ε-Mulden. Bei der Abtragung entstehen Halbinseln, Sporne, Inselberge. Schnelle Beseitigung der niedergebrochenen Massen. Der Alb-Trauf. Der Zusammensturz und die Fortschaffung des Zusammengestürzten halten gleichen Schritt. Jura-Versenkung von Langenbrücken. Einstige Ausdehnung der Alb bis dorthin. Beweise für das Verschwinden von Schichten auf diesem Gebiete. Die Frage, ob die Trias- und Jura-Schichten auch den heutigen Schwarzwald überdeckten. Thatsachen, welche dafür sprechen. Erfunde von Oberem Buntsandstein, Muschelkalk, Lias, Braun- und Weiss-Jura auf der Höhe. Schätzende Berechnung der Möglichkeit, dass diese Decke gegenwärtig gänzlich abgetragen worden sein kann. Regelmann's Nachweis, dass Trias und Jura zum Schwarzwald hin weniger mächtig werden.

Das vulkanische Gebiet von Urach, dessen Betrachtung den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet, liegt z. T. oben auf der Hochfläche der Alb, z. T. auf dem gegen NW. gekehrten Steilabfalle derselben, z. T. auf ihrem nördlichen Vorlande. Wir müssen daher zuvörderst unseren Blick diesen Gegenden zuwenden; denn die Art und Weise ihres geognostischen Aufbanes ist auf das engste verknüpft mit der Art und Weise, in welcher die Alb abgetragen wird; und diese wiederum steht im Zusammenhange mit der so sehr verschiedenartigen äusseren Erscheinungsweise, also den Erosionsformen, unserer vulkanischen Bildungen.

Das Tafelgebirge der Alb ist, wie allbekannt, aufgebaut aus ziemlich wagerechten, schwach nach SO. geneigten Schichten des Weissen und Braunen Jura. Oben auf der Hochfläche der Alb steht

daher oft auf weite Erstreckung hin eine und dieselbe Schicht an. Am NW.-Steilabfalle dagegen steigt man schnell über sämtliche Schichtenköpfe des Weiss-Jura hinab. Die Böschung bildet oben, namentlich da, wo δ und ε hart am Rande anstehen, eine völlig senkrechte Mauer. Auch weiter nach der Tiefe hin ist die Böschung immer noch eine sehr steile. Erst wenn man beim Abstieg in die Thone des Oberen Braun-Jura gelangt ist, welche den Fuss und die Vorhügel der Alb bilden, wird sie milder. Unter diesen streicht dann der Untere Braun-Jura zu Tage aus, der sich noch weiter gegen N. ausdehnt und bei seiner ebenfalls vorwiegend thonigen Beschaffenheit breite, sanft gerundete Höhenzüge bildet, in welchen die Gewässer leicht sich einschneiden.

Noch weiter gegen N. tritt unter dem Braun-Jura der Lias zu Tage, ebenfalls vorwiegend thonig. Am weitesten nach N. aber greift der Lias α, welcher sich, wie Leopold v. Buch treffend sich



Schematischer Durchschnitt v. Nord nach Süd, von Stuttgart bis Oberschwaben
Fig. a.

ausdrückte, einem weiten Teppiche gleich über grosse Strecken ausbreitet. Auf solche Weise greift der Lias sogar auf das linke Neckarufer hinüber, während der Braune und Weisse Jura auf das rechte Ufer und südlichere Gegenden beschränkt sind.

In diesen Schichten treten unsere Tuffgänge auf, dieselben senkrecht durchbohrend. Versetzen wir uns nun, dem Gange unserer Betrachtung vorgreifend, in die rückwärts liegende mittelmiocäne Epoche. Da finden wir alle jene, heut nur noch am Albrande übereinandergetürmten Schichten des Lias, Braunen und Weissen Jura weit nach N. vorgeschoben; mindestens bis in eine Linie, welche über die Gegenden des heutigen Stuttgart verläuft. In diese mächtige, weit ausgedehnte Platte übereinanderliegender Schichten wird, auf einem Gebiete von etwa 20 □Meilen, die gewaltige Zahl von 125 senkrechten röhrenförmigen Kanälen rundlichen Querschnittes durch

vulkanische explodierende Gase ausgeblasen. Das dicke System von Platten wird wie ein Sieb durchlöchert, wie mit einem gewaltigen Locheisen an 125 verschiedenen Stellen durchstossen[1]. Bei dem Ausbruche füllen sich diese Röhren mit Tuff und dem zerschmetterten durchbohrten Gesteine. —

Ich kehre zurück zur Gegenwart und zu der Alb.

Trotz der geringen Neigung der Schichten gegen SO. macht sich diese doch über die Breite der Alb hinüber recht bemerklich. Derselbe Weiss-Jura δ, welcher am NW.-Rande südlich von Reutlingen auf dem Wackerstein 800 m über dem Meeresspiegel liegt, findet sich am SO.-Rande wieder in der Sohle des Donauthales bei Beuron in 630 m Tiefe; er ist also um 150 m gefallen[2]. Inwieweit dieser Betrag lediglich durch das Einfallen erzielt wird, ob derselbe nicht z. T. auch durch streichende Verwerfungen erzeugt ist, das entzieht sich freilich der Beurteilung. Regelmann[3] hat nachgewiesen, dass sich im Streichen der Alb drei Zonen verschiedenen Einfallens beobachten lassen, welche, wenn auch nicht stark verschieden, so doch auf im Streichen, also von SW. nach NO., verlaufende Brüche oder wenigstens Knickungen schliessen lassen. Die nördliche Zone umfasst ein gewisses Gebiet vom NW.-Rande an albeinwärts. Hier herrscht ungefähr wagerechte Lagerung. Dann kommt ein mittlerer Streifen, welcher schwaches Einfallen nach SO. besitzt. Endlich nahe dem SO.-Rande der Alb ein südlicher Streifen, in welchem dieses selbe Fallen unter stärkeren Graden stattfindet. Darauf folgt, wie wir sehen werden, eine grosse streichende Verwerfung: ein Bruchrand, südlich von welchem die ehemalige Fortsetzung der Alb in die Tiefe sank.

Um einen genaueren Einblick in diese Verhältnisse zu gestatten gebe ich die Worte Regelmann's[4] wieder. Derselbe äussert sich in folgender Weise:

„Wir erkennen daraus ohne Mühe, dass der betrachtete Teil

---

[1] Locheisen ist das, einen hohlen Cylinder bildende Werkzeug, mit welchem die Sattler runde Löcher in lederne Riemen stossen.

[2] Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart 1883. S. 73. Vergl. auch S. 177 unten.

[3] Beschreibung des OA. Reutlingen. 1893. S. 5. pp.

[4] Trigonometrische Höhenbestimmungen und Notizen über den Gebirgsbau für die Atlasblätter Ehingen, Laupheim und Riedlingen. Im Auftrag des statistisch-topographischen Bureaus zum Zweck der Herstellung der geognostischen Specialkarte des Landes aufgenommen von Trigonometer Regelmann und berechnet von Prof. H. Gross, 1877.

des Albkörpers in drei dem Streichen parallele Zonen zerfällt, in eine nördliche Randzone, eine Mittelzone und eine südliche Randzone, welche letztere auch als Ansatzrand der Tertiärgesteine bezeichnet werden könnte.

Die nördliche Randzone stimmt im Streichen vielfach überein mit der Mittelzone, während sie in betreff des Schichtenfalles ganz entgegengesetzte Verhältnisse zeigt. Statt eines Einfallens gegen SO. (mit 0,75 $^0/_0$) findet man in der nördlichen Randzone ein Schichtengefälle gegen NW. (mit 0,61 $^0/_0$) oder horizontale Lagerung. Die Breite der Nordzone erreicht in unserem Gebiet das Maximum im ganzen Albzug, nämlich 12 km. Deshalb greifen auch die gegen N. abfliessenden Uracher Thäler so weit herein in das Massiv.

Unsere Mittelzone ist gegeben durch die Beimerstetter-Platte (pars), die Heroldstätter-Platte, die Münsinger-Platte und die

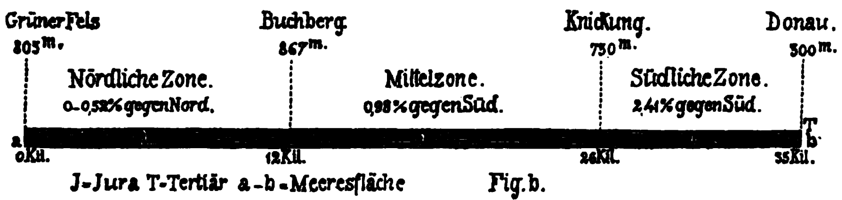


Fig. b.
Höhe : Länge = 1 : 25,000

Inneringer-Platte. Das mittlere Streichen ergiebt sich mit Berücksichtigung des Areals der einzelnen Platten zu N. 36° O. und das mittlere Fallen zu 0,98 $^0/_0$ gegen SO. Bemerkenswert ist es, dass zwei Platten genau mit dem Generalstreichen übereinstimmen mit 51 und 52° östlicher Abweichung vom Meridian, während die beiden anderen sich nur 28 und 29° von der N.-Richtung entfernen. Dies deutet auf zwei verschiedenalterige, wohl unterscheidbare Störungen im Schichtenbau. Die mittlere Breite der Mittelzone beträgt 14 km.

Die südliche Randzone, der Ansatzrand für die tertiären Gebilde, ist gegeben durch den südlichen Teil der Beimerstetter-Platte, die Erminger-Platte, die Hochsträss-Platte und die Platten des Landgerichts und Teutschbuchs. Die mittlere Richtung des Streichens ist hier N. 47° O. und der mittlere Schichtenfall beträgt 2,36 $^0/_0$ gegen SO. Die mittlere Breite dieser Zone, soweit sie über Tag der Untersuchung zugänglich ist, ist auf 9 km anzunehmen."

Regelmann stellt diese Verhältnisse in dem obigen Bilde dar.

Aber nicht nur das. Regelmann hebt auch als Erfolg seiner Messungen hervor[1], dass das Juramassiv überhaupt aus einer ganzen Anzahl verschiedenartig geneigter Platten besteht. Die Unterschiede im Fallen derselben sind nun allerdings keine sehr bedeutenden. Wir werden uns daher im grossen und ganzen die Alb vorstellen können als eine gewaltige, etwas gegen SO geneigte Platte, wie letzteres Fig. a zeigt.

Dieselbe Abbildung und die diesem Kapitel eingeheftete Karte (Taf. VI) lassen uns erkennen, wie die vom Weissen Jura, vom Braunen Jura und vom Lias bedeckten Gebiete drei parallele Streifen bilden, deren nördlichster derjenige des Lias ist. Alle Schichten des Jurasystems erstreckten sich indessen früher nicht nur weiter nach Norden, über den Neckar hinaus, sondern auch weiter nach Süden, südwärts von der Donau; alle nahmen also viel grössere Flächenräume ein, als das heute der Fall ist. Diesem Überschusse, diesem Plus der früheren Zeiten gegenüber dem Heute, ist jedoch im Norden und Süden ein verschiedenes Los zu teil geworden. Das frühere Plus im N. ist weggewaschen, abrasiert, thatsächlich verschwunden. Dasjenige im S. dagegen, jenseits der Donau, ist offenbar noch vorhanden und nur unseren Augen entschwunden, weil in die Tiefe versenkt. NW.- und SO.-Rand der Alb sind also wesentlich verschiedenartiger Entstehung.

So zeigt uns die Alb als Gebirgserhebung einen Januskopf. Nähert man sich derselben von S. her, so hat man in ihr einen Horst vor sich, eine stehengebliebene Scholle der Erdrinde, deren südliche Verlängerung abgebrochen und in die Tiefe versunken ist. Indem dann diese Versenkung aber wieder mit tertiären und quartären Ablagerungen bedeckt und aufgefüllt wurde (Fig. a), ragt die Alb, der Horst, hier im S. meist nicht viel über die wieder eingeebnete Versenkung empor. Nähert man sich ihr dagegen von N. her, so erscheint der NW.-Rand auf seiner ganzen Längserstreckung wie eine gewaltige, hoch aufragende Mauer. Teils nämlich sind die bedeutendsten Erhebungen der Alb über den Meeresspiegel gerade diesem Rande genähert; teils haben sich hier der Neckar und sonstige Erosion so tief in die weichen Schichten des Braunen Jura und Lias eingefressen, dass auch dadurch die Höhe des Steilrandes eine bedeutendere wird.

Auch bezüglich des ersten Beginnes ihrer Entstehung scheinen

[1] Ebenda. S. 137 No. 1.

der NW.- und der SO.-Rand der Alb von einander unterschieden zu sein. Wenn, wie mehr als wahrscheinlich, das Kreidesystem in Württemberg, wenigstens auf der Alb und nördlich derselben, nirgends zur Ablagerung gelangt ist, so muss das einst von der Alb bedeckte Gebiet bereits mit dem Ende der Jurazeit Festland geworden sein. Es hat daher wahrscheinlich gleich damals, oder doch bald nach jener Zeit, mit der Erosion überhaupt auch die Herausbildung des NW.-Randes der Alb begonnen; natürlich in einer Gegend, welche sehr viel weiter gegen N. lag, als die heutige Linie des NW.-Randes.

Anders dagegen der SO.-Rand, welcher, wie wir sehen werden, erst in tertiärer Zeit durch Bruch sich zu bilden begann. Wir wollen uns zunächst diesem letzteren zuwenden.

Der SO.-Rand der Alb.

Wohl mehr ahnend als klar der wirklichen Sachlage bewusst, ist bereits 1825 durch v. Oeynhausen solches angedeutet worden. Nachdem er den steilen, oft fast senkrechten, an 600 Fuss hohen NW.-Rand der schwäbischen Alb besprochen hat, wendet er sich mit folgenden Worten zu dem SO.-Rande: „Der der Donau zugekehrte südöstliche Abfall dieses Gebirges dagegen ist so ungemein sanft, dass er nur als hohe Gebirgsebene erscheint, und dass sogar, von dieser Seite gesehen, die Alb das Ansehen eines Gebirges verliert. Nur selten tritt der Jurakalkstein auf das rechte Ufer der Donau herüber, wie an dem hohen Bussen bei Riedlingen [1], er verbirgt sich hier in der Regel unter der grossen Geröllablagerung, die sich weit nach Bayern hinein verbreitet [2].

Im Jahre 1870 hat dann Gümbel dargethan, dass es sich bei diesem SO.-Rande der Alb um eine Bruchlinie, eine grosse streichende Verwerfung handle, deren Richtung etwa von SW. nach NO. gerichtet ist. Nördlich derselben blieb die Alb stehen, senkte sich dabei jedoch ein wenig (Fig. a) gegen den Bruchrand. Südlich derselben sank die Alb in die Tiefe [3].

[1] Ist in Wirklichkeit tertiärer Süsswasserkalk.

[2] Umrisse zu einer orohydrographischen und geognostischen Schilderung von Lothringen, dem Elsass, Schwaben und den Gegenden zu beiden Seiten des Mittelrheins. Hertha, Zeitschr. f. Erd-, Völker- u. Staatenkunde von Berghaus. Stuttgart und Tübingen bei Cotta. 1825. Bd. I. S. 445.

[3] Der Riesvulkan. Sitzungsberichte der K. bayr. Akademie der Wissenschaften. München 1870. Bd. I. S. 175, und Bavaria Bd. III. Buch 9. S. 3, 5.

Dieser Abbruch der früheren, südlichen Fortsetzung unserer Alb erfolgte übrigens höchst wahrscheinlich nicht längs nur einer einzigen Spalte. Es werden vielmehr deren mehrere, parallele aufgerissen sein, so dass zwischen diesen das in die Tiefe sinkende Gebiet stufen- oder treppenförmig herniederbrach. Allerdings entziehen sich diese Spalten im Bereiche der oberschwäbisch-bayrischen Hochebene völlig der Beobachtung, da das abgesunkene Juragebiet hier von tertiären und diluvialen Gesteinsmassen bedeckt, aufgefüllt und wieder eingeebnet wurde. Aber oben auf der Ulmer Alb, hart am SO.-Rande derselben, lässt sich deutlich das Vorhandensein treppenförmigen Abbruches erkennen, wie das O. FRAAS[1] hervorhob. Dort liegt z. B. der Massenkalk des Weiss-Jura ε im N., bei Scharenstetten und bei Luizhausen in einer Meereshöhe von 2462 bezw. 2316 Fuss. Bereits 5—10 km südlich von jenen Punkten, bei Temmenhausen, Tomerdingen und Wippingen, finden wir dieselben Schichten in 2180, bezw. 2177 und 2203 Fuss Höhe. Eine ebensolche Stufe ist in der Gegend zwischen Bollingen, Albeck und Bernstatt zu erkennen; hier tritt Weiss-Jura ε nur in 2000 bis 1800 Fuss Höhe auf. Schliesslich sieht man dasselbe Gestein, wiederum etwa 10 km mehr gegen S., bei Ulm in nur 16—1700 Fuss Meereshöhe.

Das sind für ein und dieselben Schichten Höhenunterschiede von 7—800 Fuss, welche sich auf der kurzen Strecke von etwa 15—20 km ergeben!

Diese Erscheinung ist aber oben auf der Alb durchaus nicht etwa der ganzen südlichen Randzone eigen. Vielmehr fehlt, nach freundlicher Mitteilung von Herrn REGELMANN, ein solcher treppenförmiger Abbruch derselben an anderen Orten.

Auch BENECKE kam, von anderen Erwägungen ausgehend, zu gleichem Ergebnisse wie GÜMBEL. Beide Autoren[2] stimmen ferner darin überein, dass die Spaltenbildung, welcher dieser Rand sein Dasein verdankt, erst nach der cretaceischen Epoche stattfand. In den östlich der schwäbischen Alb gelegenen Gegenden, auf der fränkischen Alb, ist zwar zur Zeit der Unteren Kreide gleichfalls eine Festlandsperiode gewesen. Allein mit Beginn der cenomanen Zeit

---

[1] Begleitworte zu Blatt Ulm. S. 15.

[2] Benecke, Über die Trias von Elsass-Lothringen und Luxemburg. Abhandlungen zur geolog. Specialkarte von Elsass-Lothringen Bd. I, Heft 4. 1877. S. 821 u. 822, und Gümbel, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel, Th. Fischer, 1891. S. 642.

brach das Kreidemeer über den östlichen und südöstlichen Teil der fränkischen Alb herein, so dass wir hier, von Kelheim und Regensburg im S. bis nach Amberg im N., auf dem Weiss-Jura die Schichten der Oberen Kreide liegend finden. Nun zeigt sich aber diese selbe Kreide auch südlich von Regensburg bei Eggmühl, im Gebiete der in die Tiefe gesunkenen Tafelhälfte der Alb. Hier schaut sie aus der tertiären Hülle in tiefen Thaleinschnitten heraus. Mit dem unter ihr liegenden Weiss-Jura ist hier also auch die Kreide abgebrochen und längs jener Spalte abgesunken. Es kann daher die Spaltenbildung erst nach Ablagerung jener Kreideschichten sich vollzogen haben. Freilich hat dieser Nachweis zunächst nur Gültigkeit für das Gebiet der bayrischen Hochebene. Offenbar aber ist dieser grosse, quer durch die, früher so viel grössere Albtafel hindurchsetzende Bruch im W. und O. einheitlicher Entstehung; und ebenso wird das Absinken der südlichen Tafel gleichzeitig im O. und W. erfolgt sein. Wir werden daher mit Recht den von Gümbel gezogenen Schluss auf die Zeit der Entstehung jener Bruchlinie auch für das schwäbische Gebiet gelten lassen dürfen. Der Abbruch scheint, wie O. Fraas will, erfolgt zu sein in alttertiärer Zeit. Es sind nämlich auf der schwäbischen Alb die tertiären Schichten, welche auf der so zerbrochenen Weiss-Juratafel bei Ulm liegen, durchaus nicht mit zerklüftet. Auch haben ihr Streichen und Fallen nichts mit denen des unterliegenden Weiss-Jura gemein; sie lagerten sich daher erst nach dem Zerbrechen und Absinken des letzteren auf demselben ab. Da nun diese Tertiärschichten mittleren Tertiäralters sind, so müsste nach jenen Beobachtungen der Abbruch in der älteren Tertiärzeit erfolgt sein.

Bis zu welcher Tiefe der abgebrochene südliche Teil der Albtafel nun hinabgetaucht ist, lässt sich nicht angeben, da eine Tiefbohrung bisher fehlt, welche bis auf den Weissen Jura niedersetzte. Das gilt sowohl von dem bayrischen Anteile an der Hochebene südlich der Donau, als auch von dem württembergischen. In letzterem hat man das Bohrloch von Ochsenhausen[1], durch welches

[1] Der Güte des Direktors des Bergrates in Württemberg, Herrn Dr. v. Bauer, verdanke ich die folgende Mitteilung über die Ergebnisse des Bohrloches in Ochsenhausen OA. Biberach. Von 0 bis etwa 250 m hinab wurde die Süsswassermolasse durchsunken. Dann begann die Meeresmolasse. Zuerst zeigte sich eine Lage „Albstein“ und unter diesem Baltringer Sandstein mit Haifischzähnen, der in etwa 275 m Tiefe lag. Darauf kamen bis zu etwa 465 m feine, versteinerungsleere Sande, welche also 190 m Mächtigkeit besassen. Unter diesen begann die untere Süsswassermolasse, welche bis zu 738 m Tiefe bunte versteinerungsleere Sande lieferte. In letzteren wurde das Bohren aufgegeben.



man Braunkohlen zu finden hoffte, bis zu 738 m niedergebracht, ohne jedoch damit die tertiären Schichten zu durchsinken. Weiter gegen W., bei Eglisau am Rhein, hat man dagegen mit 1250 Fuss das dortige Tertiär durchbohrt und soll unter demselben Bohnerze und Weiss-Juraschichten gefunden haben.

So wissen wir also nur, dass bei Ochsenhausen in der Nähe von Biberach die versenkte Juraplatte mindestens über 740 m tief abgesunken sein muss.

Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dagegen kann man die Frage beantworten, wie weit sich die Albtafel einst südwärts erstreckte, wie weit also der abgesunkene Weiss-Jura in der Tiefe nach S. hin reicht. Es hat nämlich Gümbel[1] gezeigt, dass es notwendig sei, das einstige Dasein eines aus Urgebirge bestehenden Landrückens anzunehmen, welcher, den heutigen Nordrand der Alpen in gewisser Entfernung im N. begleitend, quer durch die oberschwäbisch-südbayrische Hochebene strich.

Die Gründe für eine solche Annahme sind mehrfacher Natur. Sie liegen zunächst in den starken Unterschieden, welche bekanntlich in Gesteinsbeschaffenheit, Lagerung, Gliederung und Versteinerungsführung zwischen gleichnamigen, speciell jurassischen, alpinen Ablagerungen und ausseralpinen des fränkisch-schwäbischen Gebietes herrschen, obwohl beide Gebiete hart aneinander grenzen. Diese Unterschiede erklären sich jedenfalls ungezwungener durch die Annahme eines einstigen, die Meere hüben und drüben trennenden Landrückens, als durch diejenige trennender Meeresströmungen oder lediglich klimatischer Verschiedenheiten. Den zweiten Grund findet Gümbel in der steilen Lagerung und teilweisen Überkippung der den Alpen im N. vorgelagerten Schichten eocänen und miocänen Alters. Diese steil aufgerichteten Randschichten erstrecken sich von den Alpen aus nach N. fast bis in die Mitte der bayrisch-oberschwäbischen Hochebene. Da dieselben nur durch einen seitlich wirkenden Druck in dieser Weise aufgerichtet werden konnten, welcher von den südlich gelegenen Alpen her wirkte, so bedurfte es eines im N. gelegenen Widerlagers, an welchem sie sich stauen und in Falten legen konnten. Dieses Widerlager aber kann nur in einem damals vorhanden gewesenen, gewissermassen in der Tiefe wurzelnden Rücken von Urgebirgsgesteinen bestanden haben. Auf das frühere Vorhandensein eines solchen deutet drittens auch die Zusammensetzung

[1] Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb S. 3 u. 642.



gewisser Flyschkonglomerate, deren Gesteinsbruchstücke den Centralalpen fremd sind, also von einem nun verschwundenen Gebirgsteile herrühren müssen. In analoger Weise wird ja auch für das schweizerische Tertiärbecken das frühere Dasein eines aus krystallinen Gesteinen bestandenen Rückens im N. der Alpen gefolgert, indem nämlich die sogenannte bunte Nagelflue z. T. aus roten Graniten und Porphyren besteht, welche jetzt dort nicht mehr in den Alpen bekannt sind[1].

Bis an diesen notwendig vorauszusetzenden Urgebirgsrücken, welcher hier im S. das Ufer des schwäbisch-fränkischen Jurameeres bildete, muss sich also die zuoberst aus Weiss-Jura bestehende Albtafel früher erstreckt haben. Als dann die letztere ungefähr längs der heutigen Donaulinie in tertiärer Zeit zerriss, da sank nicht nur die südliche Tafelhälfte in die Tiefe, sondern auch jene aus altkrystallinen Gesteinen gebildete Gebirgskette hatte dasselbe Schicksal. Dann wurde die Versenkung mit tertiären Meeres- und Süsswasserschichten, zuletzt mit den diluvialen Gletscherbildungen zugeschüttet.

Der NW.-Rand der Alb.

Schon 1790 hat Weckerlin[2] mindestens indirekt ausgesprochen, dass die Alb sich einst weiter gegen N. ausgedehnt hat. Er sagt nämlich von dem der Alb vorgelagerten, inselförmigen Weiss-Juraberge der Achalm bei Reutlingen: „Dem ungeachtet ist es wahrscheinlich, dass er in den frühesten Zeiten mit dem (Alb) Alpengebürge zusammenhieng, von dem er nur durch das schmale Thal, in dem Eningen liegt, getrennt ist ..... Dies Alles lässt muthmassen, dass einst eine grosse Überschwemmung das Thal gebildet und die hohe Achalm von den Alpen (Alb) getrennt habe.“

Dann hat im Jahre 1832 Eduard Schwarz betont, dass die Alb sich früher nach N. hin über einen weiteren Raum ausgebreitet habe, als das jetzt der Fall ist. Zum Beweise dessen führt er ebenfalls die vereinzelten Vorposten an, welche, wie der Kugelberg bei Bronnweiler, der Rechberg und der Hohenstaufen, in einer bis zu $1^1/_2$ Meilen steigenden Entfernung vor dem jetzigen NW.-Rande der Alb liegen und doch Weiss-Jura auf ihren Gipfeln führen[3].

---

[1] Carl Vogt, Lehrbuch der Geologie. Vierte Aufl. Braunschweig 1879. Bd. I. S. 663.

[2] Achalm und Mezingen unter Urach. Tübingen 1790 bei Fues. S. 19.

[3] Reine natürliche Geographie von Württemberg. Stuttgart 1832. S. 157.

Die Ursache der beinahe senkrechten Abbrechung des Gebirges, welche er einer steilen Meeresküste so täuschend ähnlich fand, hat Schwarz in der Wirkung des Wassers gesucht. Freilich nicht, wie es wirklich der Fall, in der langsam wirkenden der atmosphärischen Niederschläge, sondern, zufolge der mit gewaltigen Fluten freigebig umspringenden Weise seiner Zeit, in einer grossen Wasserflut. Durch eine solche erklärt er den steilen Abbruch der Alb und das allmähliche Zurückweichen des NW.-Randes derselben.

Aus einem anderen Grunde, nämlich aus dem Auftreten der Weiss-Jurabrocken in den vulkanischen Tuffen des nördlichen Vorlandes der Alb, schloss dann 1834 Graf Mandelsloh, dass einstmals der dortige Lias und Braun-Jura von dem Weissen Jura bedeckt gewesen sein, dass also die Alb sich bis in jene Gegenden erstreckt haben müsse. Die Vorstellung jedoch, welche sich Mandelsloh von der Art und Weise des Verschwindens dieses Weissen Jura bildete, war — ebenfalls entsprechend den Vorstellungen seiner Zeit — eine umständliche und unklare: Eine grosse streichende, also SW.—NO. ziehende, Verwerfung und basaltische Erhebungen hätten zunächst die Alb gehoben und so ihren nordwestlichen Steilabfall erzeugt, während das nördliche Vorland derselben unter Wasser blieb. Dann hätten entsetzliche Seestürme und eine Meeresströmung von ungeheurer Gewalt den Weissen Jura von diesem noch unter dem Meeresspiegel befindlichen Vorlande abgefegt[1].

Aus demselben Auftreten der Weiss-Jurabrocken in unseren vulkanischen Tuffen folgerte dann 1856 Gutberlet[2] die frühere weitere Ausdehnung der Alb gegen N.

Am Schlusse seines weltbekannten Buches über den schwäbischen Jura[3] widmet auch Quenstedt unseren Basalttuffen eine Besprechung und sagt dabei in bezug auf den NW.-Rand der Alb: „Um die jungen Kalkgebirge in den Tuffen zu erklären, scheint es fast notgedrungen, anzunehmen, dass der Rand des Weissen Jura früher weiter über den Braunen Jura hinübergriff. Eine Urschwemme, begleitet von vulkanischen Erscheinungen, zerriss den Gebirgsrand, führte die weicheren Schichten fort, und liess stellenweis die härteren jüngeren Bänke auf den Kegelbergen des Braunen Jura." Also auch Wasserfluten, wie das eben frühere Anschauung mit sich brachte.

[1] Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg. Stuttgart 1834. S. 4, 5, 38.

[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1856. S. 24—27.

[3] Der Jura. Tübingen 1858. S. 813—817.

Eine sehr abweichende Ansicht[1] über die Entstehung des NW.-Steilabfalles der schwäbischen Alb hat DORN geäussert. Er macht darauf aufmerksam, dass östlich einer Linie, welche ungefähr mit dem Laufe des Neckars zusammenfällt, Steinsalz, Gyps und Anhydrit in den triassischen Schichten noch heute vorhanden seien, während sie westlich dieser Linie entweder ganz fehlen oder doch nur schwach angedeutet sind; aber in der Art, dass kein Zweifel über ihr früheres Vorhandensein daselbst bestehen kann. Diese leicht auflöslichen Gesteine sind, so schliesst DORN, vor der Fortführung durch Wasser um so mehr geschützt, je tiefer sie liegen, und um so weniger, zu je höherer Lage sie ansteigen. Da sie nun westlich der genannten Linie „durch die Schwarzwaldhebung gehoben worden sind", während sie östlich derselben bereits „in einer Linie ins Meeresniveau eintauchen, welche mit dem Steilrand unserer Alb nahezu zusammenfällt", so sind sie hier, östlich, noch erhalten, dort, westlich, bereits nahezu aufgelöst und weggeführt. Infolgedessen ist, nach DORN, die Lagerung der über den leichtlöslichen Gesteinen folgenden Schichten nach dem Schwarzwald zu eine gestörte, östlich vom Neckar aber eine noch ungestörte. „Der Rand unserer Alb und ihr Steilabfall gegen NW. bezeichnet die Grenze des unerschütterten Fundaments unserer Alb durch die vollständig erhaltenen Steinsalzlager der Trias, während westlich von der Alb die gänzliche oder teilweise Auslaugung der auflöslichen Teile der Trias die ganze Gegend ihrer Fundamente beraubt, den oben genannten Lagerungsstörungen, Senkungen und Zusammenbrüchen, eben dadurch aber beschleunigter Wegwaschung preisgegeben hat."

DORN lässt also, wenn ich recht verstehe, den Steilrand der Alb dadurch entstehen, dass unter der schützenden Alb keine chemische Auflösung stattgefunden hat, im Vorlande solche aber erfolgte.

Wäre dies die wirkliche Ursache, dann müsste, da der Steilrand der Alb eine ganz bestimmte Linie bildet, auch die Grenze zwischen dem Gebiete ohne chemische Auflösung und demjenigen mit solcher ebenfalls eine ganz bestimmte Linie bilden; sie müsste ebenso lang sein wie dieser, also den ganzen schwäbisch-fränkischen Jura begleiten, soweit dieser nur einen Steilabfall bildet; sie müsste füglich doch auch mit dem Verlaufe dieses Steilrandes zusammenfallen.

Es müsste aber auch, wenn dies die richtige Ursache wäre, im Vorlande der Alb, ebenso wie auf dieser selbst, die ganze juras-

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 35. 1883. S. 645—647.

sische Schichtenreihe bis hinauf zum Weiss-Jura einschliesslich vorhanden sein; nur dass sich hier alles in tieferem Niveau als auf der Alb befände, da ja die triassische Unterlage infolge von Auslaugung sich gesetzt haben soll. Es wäre eine einfache Versenkung des Vorlandes der Alb. Ich sehe keinen Grund ein, warum hier der Weiss-Jura durch Erosion abgetragen sein sollte, auf der Alb aber nicht.

Gegenüber diesen verschiedenen Ansichten müssen wir nun daran festhalten, dass der NW.-Rand der Alb lediglich durch die abtragende, untergrabende Thätigkeit der Atmosphärilien in der folgenden Weise gebildet wurde: Da die Alb aus ziemlich horizontal liegenden Schichten aufgebaut ist, deren unterer Teil: Lias, Brauner und Unterer Weisser Jura, wenigstens α und γ, vorherrschend aus weicheren Gesteinen besteht, deren oberer Teil dagegen durch härtere Gesteine der höheren Weiss-Jurastufen gebildet wird, so hat sich hier im Norden diejenige Denudationsform vollzogen, welche zur Erzeugung von Tafelbergen führt. Die harte Decke kalkiger Gesteine setzt der direkten Abnagung, Auflösung und Fortführung durch Gewässer einen unvergleichlich viel stärkeren Widerstand entgegen, als das bei den unter dieser Decke zu Tage tretenden weicheren Gesteinen der Fall ist. Sie schützt die letzteren daher in ähnlicher Weise, wie ein aufgespannter Regenschirm seinen Träger deckt und verhindert ihre Zerstörung. Nur an dem gegen NW. gekehrten Steilabfalle der Alb, an welchem die weicheren Schichten bei ihrer wagerechten Lagerung schutzlos zu Tage ausstreichen, fallen sie den Angriffen der Atmosphärilien anheim, werden von ihnen schnell zerstört und fortgeführt. Damit aber wird hier am Steilabfalle den harten Schichten der Weiss-Juradecke Schritt für Schritt ihre Unterlage entzogen; und nun bricht diese im selben Masse nieder. So wird die harte widerstandsfähige Decke dennoch schnell überwältigt, zertrümmert und den Abhang hinabgestürzt. Dort liegt sie dann am Fusse der Alb in wirrem Durcheinander und wird ebenfalls, wie wir bald sehen werden, schneller fortgeführt, als man glauben sollte.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Alb im allgemeinen nicht etwa wagerecht, also schichtenweise von oben nach unten, abgetragen wird; etwa wie wenn ich von einem Stosse wagerecht übereinander liegender Bretter zuerst das oberste derselben fortnehme, dann das zweite, das dritte u. s. w., bis zuletzt nur noch das unterste vorhanden ist. Nicht durch solche wagerechten Schnitte, nicht durch schichtenweises Wegnagen wird die Alb immer mehr und mehr in ihrer Höhe verringert, bis sie schliesslich abgetragen ist. Sondern

durch senkrechte Schnitte, wie wenn bei einem aus verschiedenen Schichten bestehenden flachen Kuchen mit dem Messer Stück für Stück abgeschnitten wird. So wird die horizontale Ausdehnung der Alb immer kleiner und kleiner; aber die Höhe derselben bleibt bis zum letzten Augenblicke, in welchem das letzte Stück dahinsinken wird, ungefähr wenigstens, dieselbe [1].

Das ist im grossen betrachtet der Vorgang, durch welchen die Alb abgetragen wird. Er liegt begründet in ihrer Natur als Tafelgebirge. Wir werden indessen die soeben gewonnene Vorstellung noch ein wenig weiter ausführen müssen. Wenn alle weichen Schichten des ganzen Jurasystemes unten und alle harten oben lägen, dann würde das Zurückweichen des NW.-Steilabfalles der Alb stets je durch einen einzigen gewaltigen, von oben bis unten geführten Schnitt erzeugt werden. Das erstere ist aber nicht der Fall; die harten und weichen Schichten wechseln mehrmals miteinander ab. Lias und Braun-Jura sind wesentlich thonig, enthalten aber auch härtere Schichten. Daher entstehen hier mehrere Schnitte, mehrere Stufen. Auch im Weiss-Jura sind α und γ thonig-weich, β, δ, ε, ζ hart; nur letzteres bisweilen auch thonig. Es leuchtet daher ein, dass der NW.-Abfall der Alb nicht in einer einzigen, riesig hohen Stufe niederbrechen kann, sondern dass er durch diesen Wechsel zwischen Hart und Weich in mehreren Stufen niederbrechen muss. Nicht ein einziger von oben bis ganz nach unten gehender Schnitt findet jedesmal statt, sondern mehrere kleinere Schnitte.

Daher bildet denn auch die Hochfläche der Alb nicht eine einzige Ebene, sondern eine zwei- bis dreistufige Fläche, wie das Fig. a auf S. 9 anzeigt. Das weiche α und harte β geben die erste Stufe, welche durch einen senkrechten Schnitt abgetragen wird. Weiter albeinwärts, gegen S., folgt die zweite Stufe durch das weiche γ und harte δ gebildet. Auch diese Stufe wird durch ihre besonderen senkrechten Schnitte abgetragen. Bisweilen liegen alle vier Schichten noch hart am NW.-Rande übereinander; dann fallen natürlich alle vier durch einen einzigen Schnitt. Sogar noch ε kann sich hierbei anschliessen. Oft aber bilden ε und ζ wiederum eine Stufe für sich, welche erst abermals weiter albeinwärts erscheint. Hier ist freilich nicht jener Gegensatz zwischen unteren weichen und oberen harten Schichten vorhanden; sondern umgekehrt ist ε stets

[1] Selbstverständlich wird auch die Höhe der Alb ein wenig verringert, indem die harten Kalke sich auflösen. Aber dieser Vorgang spielt gegenüber jenem anderen nur eine kaum nennenswerte Rolle.



felsenhart und ζ zwar ebenfalls oft hart, bisweilen aber thoniger. Auch pflegt ζ keineswegs stets dem ε auf-, sondern vielmehr oft angelagert zu sein, indem es die Tiefe von Buchten ausfüllt, welche zwischen den Höhen von ε liegen. In diesen Fällen stehen Höhe und Bucht zueinander in ähnlicher Beziehung, wie bei den Koralleninseln Atoll und Lagune; oder ε und ζ wie der Korallenkalk und die in der Lagune abgelagerten Schichten. Indessen darf man sich nicht regelmässige Atolle, also nicht ringförmige ε-Riffe vorstellen; das findet nur hier und da statt. Vielfach bildet ε vielmehr ausgedehnte Flächen auf der Alb, in welche ganz unregelmässige ζ-Becken eingesenkt sind. Von eigentlichen Atolls könnte man also nur hier und da reden; im übrigen aber nur von einer ausgedehnten, nach beliebigen Richtungen wuchernden Riffbildung, welche zahlreiche Lagunen in sich einschloss.

Nur an einer Anzahl von Stellen freilich lässt sich aus den Versteinerungen auch beweisen, dass ε wirklich durch Korallenriffe gebildet ist. In den meisten Fällen aber besteht ε aus körnigem Kalk oder Dolomit ohne jede Spur von Versteinerungen.

E. Engel hat seit Jahren diese Auffassung vertreten und neuerdings[1] zusammenfassend auseinandergesetzt. Abgesehen von den wirklich jüngeren ζ-Schichten, welche, wie die Oolithe der Gegend von Heidenheim, ζ überlagern, stellen ε und ζ also gleichalterige Bildungen, Facies, dar. ε wird durch die felsigen, massigen Gesteine gebildet, welche nach Engel aus meist umgewandelten Schwamm- oder Korallenriffen hervorgegangen sind. ζ bildet die geschichteten, an jene Riffe angelagerten gleichzeitigen Sedimente.

Es liegt nahe, zur Stütze der von Engel vertretenen Ansicht die Verhältnisse Südtirols anzuführen, dessen berühmte Dolomite nach den Untersuchungen von von Richthofen und Mojsisovics ja ebenfalls vielfach als Korallenriffe betrachtet werden. Ganz wie dort die Wengener und Cassianer Schichten dem unteren Teile des Schlerndolomites gleichalterig sind, wie dort beide nur verschiedene Facies bilden, so auch unser ζ und ε. Und wie dort der Dolomit nur wenig organische Reste noch erkennen lässt, so meist auch unser ε, das zudem gleichfalls oft dolomitisch ist.

Es hat sich aber schon 1873 namentlich Gümbel[2] gegen solche Ansicht ausgesprochen. Kürzlich sind dann gleichzeitig zwei Arbeiten

---

[1] Jahreshefte d. Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württ. 1893. S. XXV—XXXIX.
[2] Sitzungsber. K. bayer. Akad. d. Wissensch. München. 1873. S. 13—88.

erschienen, in welchen die Riffnatur der Dolomite entschieden in Abrede gestellt wird. Das ist einmal geschehen durch A. ROTHPLETZ[1]. Derselbe giebt allerdings zu, dass die fraglichen Kalk- und Dolomitmassen der oberen alpinen Trias vorwiegend organogenen Ursprunges sind und dass sie sich in seichteren Meeresteilen gebildet haben. Aber gerade die Korallen haben nach ihm dabei keine besonders hervorragende Rolle gespielt.

Während nun der Schlerndolomit nur sehr wenige Spuren von Korallen zeigt, sind die wenig mächtigen Dolomitplatten der ihn direkt überlagernden Raibler Schichten geradezu aus Korallen zusammengesetzt. Hier hat also die Dolomitisierung des Gesteines die Korallen nicht im mindesten verwischt. Ist das aber der Fall, dann könnten, so schliesst ROTHPLETZ, auch die Korallen nicht in dem hart darunter liegenden Schlerndolomit verwischt worden sein. Wo wir daher in diesem keine Korallen finden, da wird er auch niemals solche besessen haben.

Auch Miss MARIA OGILVIE[2] bekämpft jene Anschauung und kommt zu dem gleichen Ergebnisse, dass der Schlerndolomit nie ein Korallenriff gewesen sei. Ganz wie in West-Indien und im asiatisch-australischen Archipel die Korallenriffe auf untermeerischen Rücken wachsen, welche dicht neben tiefen Senkungsfeldern liegen, so seien auch in der Raibler Zeit in seichtem Wasser, also auf ebensolchen Untiefen, ausgedehnte Korallenbänke entstanden. Riffähnliche Aufragungen der Dolomite seien z. T. auch Folgen von Verwerfungen.

Sind diese Anschauungen nun richtig, dann wird damit auch unserer Anschauung — dass Weiss-Jura ε stets auf ehemalige Schwamm- und Korallenriffe zurückzuführen sei, obgleich wir doch meist keine Versteinerungen in demselben erblicken — jedenfalls die Stütze eines sehr gewichtigen Analogons entzogen. Wie in den Südtyroler Alpen, so werden wir auch hier die Frage stellen müssen, warum denn ε an verschiedenen Orten so gut erhaltene Versteinerungen, speciell Korallen, führt, während es an den meisten Orten versteinerungsleer ist; warum also hier jede Spur der vorausgesetzten ehemaligen Korallen oder Schwämme verwischt wurde, während das nahebei nicht geschah. Trotzdem aber werden wir an der Riffnatur von ε noch festhalten können.

[1] Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen. Stuttgart 1894. Schweizerbart. S. 45—68.

[2] Coral in the Dolomites. Geological Magazine, Jan. and Febr. 1894. No. 355—356. Dec. IV. Vol. I. S. 1—22.



Ich kehre nach dieser Abschweifung zu dem Vorgange der Abtragung zurück. Wir haben gesehen, wie wir unsere Anschauungen in dieser Hinsicht dahin lenken müssen, dass wir uns ein, nicht in einer, sondern in mehreren Stufen erfolgendes Zusammenbrechen des NW.-Albrandes vorstellen. In gleicher Weise wäre es auch nicht statthaft, wenn man aus dem Gesagten folgern wollte, dass der NW.-Rand der Alb in schnurgerader Linie zurückwiche. Zahlreiche Thalbildungen schneiden senkrecht in diesen Rand ein und zerfransen denselben. Zwischen je zweien dieser Thäler liegt ein Vorsprung der Hochfläche, eine Halbinsel. Selbstverständlich erfolgt die Abtragung der Alb durch senkrechte Schnitte nicht nur vorn an der nordwärts gerichteten Stirn dieser Halbinseln, sondern auch von den Thälern aus, auf der rechten und linken Seite derselben. Auf solche Weise müssen die Thäler immer breiter, die zwischen ihnen liegenden Halbinseln immer schmaler werden. Schliesslich sinkt die Breite dieser letzteren zu einem mindesten Mass herab. Aus der rundlichen Halbinsel ist dann ein langer, schmaler, gratförmiger Ausläufer, ein Sporn geworden. In unserem vulkanischen Gebiete lässt die Karte drei solcher Halbinseln erkennen und drei solcher Sporne: im O. derjenige, welcher die Teckburg trägt; im W. der, welcher mit dem vulkanischen Jusiberg endet; endlich der kleine des Ursulaberges südlich von Eningen.

Infolge dieser schmalen gratförmigen Gestalt der Sporne bieten dieselben mehr Angriffspunkte dar, müssen daher schneller durch senkrechte Schnitte abgetragen werden, als die breiten Halbinseln. Daher finden wir die Sporne in obigen Beispielen nur noch aus Weiss-Jura α und β, also der untersten obiger drei Abtragungsstufen aufgebaut; höchstens an einer kleinen Stelle noch etwas γ oder δ tragend. Wogegen sich die dicht hinter ihnen befindliche Halbinsel, welcher sie entspringen, noch bis zu δ und ε hin auftürmt.

Endlich aber wird dem Sporne auch das α und β geraubt: die Alb ist verschwunden, unter ihr ist der weiche thonige Braun-Jura freigelegt und der gratförmige Sporn fliesst nun zu einem breitgerundeten Höhenzuge auseinander. Wie aber vorher auf dem α und β des Spornes noch hier und da etwas γ oder δ aufragte, so jetzt auf dem Oberen Braun-Jura-Thon noch hier und da eine Insel von Weiss α und β. So bilden sich die gleich Vorposten dem NW.-Rande vorgelagerten vereinzelten Weiss-Jura-Berge. Auf dem Gebiete unserer Karte die Achalm bei Reutlingen, der Kugelberg bei Bronnweiler.

Ist solch inselförmiger Vorberg aus einer solchen Stelle des Spornes entstanden, welche nur noch aus α oder auch β aufgebaut war, so kann natürlich der Berg auch nur α oder noch β aufweisen. Das zeigt die Achalm. Hat er sich dagegen aus einer Stelle des Spornes gebildet, an welcher sich noch ein Rest von γ und δ auftürmte, so kommt es zu so eigenartigen Erscheinungen wie beim Kugelberg bei Bronnweiler. Der zeigt über dem Oberen Braun-Jura anstehend noch etwas Weiss-Jura α, trägt aber auf seinem Gipfel viel lose grosse Blöcke auch von β und δ. Deswegen hatte man ihn im Verdachte, im Innern vulkanischer Natur zu sein. Ich glaube das aber nicht, sehe vielmehr in jenen grossen β- und δ-Blöcken die letzten Reste dieser harten Schichten, während die weichen mergeligen des α und γ bereits mehr oder weniger ganz verschwunden sind. Beim Zusammenbruche dieser Albstufen muss ja das harte Gestein sich stets am Fusse der Alb ansammeln.

Nicht nur auf die geschilderte Weise, von vorn, rechts und links, vollziehen sich die Angriffe auf die Alb, sondern die halbinselförmigen Ausläufer derselben werden auch hinterrücks angegriffen, indem sich hier abermals Thäler einschneiden. Diese laufen nun nicht wie jene ersteren senkrecht zum nordöstlichen Streichen der Alb, sondern parallel mit demselben und sie schicken abermals Nebenthäler aus, die sich einfressen. Besonders schön zeigt sich das im oberen Filsthale, welches jedoch östlich vom Gebiete unserer Karte, bereits ausserhalb derselben liegt. Auf unserem Gebiete finden wir solches südlich der Erkenbrechtsweiler Halbinsel. Diese wird auf die genannte Weise hinterrücks von der Albfläche abgeschnürt durch das Thal der Elsach und das Schlattstatter Thal. Schon reichen sich die oberen Spitzen dieser beiden Thäler am Heidengraben, südlich Grabenstetten, die Hände und sägen nun mit vereinten Kräften die Halbinsel von der Alb ab.

Bei solchem Vorgehen wird natürlich die Angriffsfläche mehr als verzehnfacht. Nicht nur von vorn, sondern von allen Seiten dringen die abtragenden Kräfte auf die Alb ein und machen sie zusammenstürzend. Dadurch erklärt sich das verhältnismässig schnelle Abrasieren derselben.

Was wird nun aus dem Abgetragenen? Zunächst stürzt die ganze ungeheure Kalkmasse von oben herab und liegt nun am Fusse der Halbinsel, des Spornes, der Insel. Zunächst hat also die Masse nur den Platz gewechselt. So sollte man meinen, dass, wenn die Alb einst bis Stuttgart oder gar bis an den Rhein gereicht hat,

das ganze Gebiet noch jetzt mit Kalkmassen überschüttet sein müsste. Gewiss wäre das wenigstens hier und da der Fall, wenn die Alb aus Quarziten anstatt aus Kalken bestände. Aber es sind nur Kalke; und es ist eine ganz überraschende Erscheinung, wie übermässig schnell diese ungeheure Weiss-Juramasse verschwindet.

Nirgends auf der ganzen obigen Fläche bis an den Rhein hin finden sich Kalksteine; nicht auch nur das Vorland bis an den Neckar hin trägt diese Hülle von Kalk; sondern nur der nächste Fuss der Alb besitzt dieselbe. Den „Albtrauf" nennt der Schwabe mit treffend gewählter Bezeichnung die Gegend hart am Fusse der Alb. Auf den Feldern zeigt nur dieser Albtrauf die herabgestürzten Kalksteine. In den Bach- und Flussbetten dagegen finden sie sich sehr viel weiter nördlich vor.

Diese eigenartige Erscheinung beleuchtet aufs klarste die geringe Widerstandsfähigkeit der Gesteine, aus welchen die Alb aufgebaut ist. Die mergelig-thonigen Schichten von α, demnächst auch von γ, zerfallen in kürzester Zeit zu Ackerboden, verschwinden also in ihrer Eigenschaft als festes Gestein sofort oder bald nachdem sie beim Absturz am Fusse der Alb angelangt sind. In den Äckern am Fusse machen sich daher wesentlich nur die harten β-, δ- und ε-Kalke[1] bemerklich. Aber diese Kalke zertrümmern bereits beim Absturze in viele kleinere Stücke. Dadurch wird die Angriffsfläche für die Atmosphärilien und Pflanzenwurzeln ganz ungemein vervielfacht. Schnell werden sie angefressen, aufgelöst und fortgeführt. Und so, immer kleiner und kleiner werdend, verschwinden sie ungefähr in demselben Masse, in dem sie von oben herabfallen. Dass dem so ist, ergiebt sich einfach durch indirekten Beweis. Wäre das Verhältnis ein anderes, ginge die chemische Auflösung der Kalksteine auf den Äckern nicht ungefähr ebenso schnell vor sich wie die mechanische Zertrümmerung der Alb, dann müsste sich das Trümmermaterial bereits seit langen Zeiten als ausgedehnte Schuttmasse im Vorlande der Alb angehäuft haben; denn auch dieses Vorland war ja einst mit der Alb bedeckt. Da das nun nicht der Fall ist, da die Kalktrümmer der Alb auf den Äckern wesentlich nur im Albtrauf liegen, so folgt mithin, dass das durch die mechanische Zertrümmerung der Alb erzeugte und an den Fuss derselben abgestürzte harte Gesteinsmaterial ungefähr in demselben Schritte wesentlich durch chemische Auflösung wieder abgeführt wird, in dem es sich von oben

[1] ζ ist nahe dem NW.-Rande der Alb selten.

her erneuert. So kann es nie zu einer Ansammlung desselben kommen. Kämen im Weissen oder Braunen Jura nur einige Schichten recht harter, kieseliger Gesteine vor, gewiss würden sich Reste derselben über das ganze Vorland zerstreut, vielleicht noch bis hin nach Langenbrücken finden. Da diese aber durchaus fehlen, so konnte dieses merkwürdige spurlose Verschwinden mächtiger Gesteinsmassen bereits so nahe bei der Alb erfolgen.

Auch am Südrande der Alb, nur in entgegengesetzter Richtung, von S. gegen N. voranschreitend, würde sich dieses Rückweichen des Albrandes genau im gleichen Schritte vollziehen, wenn hier gleichfalls als Unterlage der harten Weiss-Juradecke die leicht zerstörbaren, weicheren Gesteine des Schwarzen und Braunen Jura zu Tage träten. Das ist jedoch nicht der Fall, sie liegen infolge der grossen streichenden Verwerfung begraben in der Tiefe; der Südrand entblösst nur die Schichtenköpfe des im allgemeinen harten Weissen Jura. So kann also dieser nur unvergleichlich viel langsamer abbröckeln und gegen Norden zurückweichen.

Als Gesamtergebnis dieser Betrachtungen finden wir nun das folgende: die Gebirgserhebung der schwäbischen Alb wird ganz wesentlich nicht durch wagerechte, sondern durch senkrechte Schnitte abgetragen. Auf solche Weise verringert sich wohl die horizontale Ausdehnung der Alb mehr und mehr, nicht aber ihre Höhe; letztere bleibt vielmehr ziemlich unverändert dieselbe bis hin auf das letzte Stück. Der NW.-Rand der Alb ist also in stetem Rückwärtsschreiten begriffen. Dieser Vorgang vollzieht sich deshalb verhältnismässig so schnell, weil die senkrechte Abtragung den NW.-Rand nicht nur von vorn her angreift, sondern vermittelst Thalbildungen gleichzeitig auch von den Seiten her und von hinten. Bei diesem Vorgange werden Halbinseln, Sporne, Inseln vom NW.-Rande abgeschnürt, bis auch diese verschwinden. Sehr bemerkenswerter Weise findet am Fusse der Alb keine Anhäufung des ungeheuren Trümmermateriales statt, welches durch den Zusammenbruch entsteht. Die Wegschaffung desselben vollzieht sich also fast in demselben Schritte, in welchem die Alb zusammenbricht. Das ist nur erklärlich durch die leichte Löslichkeit des Kalkes im Wasser im Vereine mit seiner sehr starken Zertrümmerung.

Unendlich viel langsamer als der NW.-Rand weicht der SO.-Rand zurück.

Aus der obigen Erkenntnis, dass der Nordrand nicht stillsteht, sondern immer weiter gegen Süden rückwärts schreitet, folgt zwingend die Thatsache, dass er in früherer Zeit weiter im Norden gelegen haben muss als heute, dass also die Alb einstmals viel breiter[1] gewesen ist. Aber auch aus der Steilheit und Höhe dieses nördlichen Absturzes geht das hervor; denn schwerlich werden die einst im Meere abgelagerten Albgesteine ursprünglich an der Küste in so jähem, bis zu 200 Meter hohem Absturze geendet haben wie sie das heute thun. Sie müssen sich vielmehr[2] an die Nordküste des Jurameeres sanft abgelagert haben. Wo diese Küste lag, wie weit also die Schichten des Schwarzen, Braunen und Weissen Jura sich ursprünglich nach Norden hin ausdehnten, das lässt sich nicht feststellen. Es ist jedoch gar nicht unmöglich, dass diese Küste recht sehr weit nach Norden bezw. Nordwesten vorgeschoben war. Wahrscheinlich schon zur Zeit des obersten Jura — dessen jüngste Schichten in Schwaben ebenso fehlen, wie diejenigen des ganzen Kreidesystems und im Norden der Alb auch die des marinen Tertiär — wurde das jurassische Meeresbecken trocken gelegt und es begannen nun die Atmosphärilien an der Wiederabtragung dieser Schichten zu arbeiten, wobei sich die allmähliche Herausbildung des Steilabfalles an dem NW.-Rande vollzog. Ist die oben genannte Zeit der Trockenlegung jener Landesteile richtig, dann hat das Zurückweichen des nördlichen Albrandes bereits an dem Ende der Juraperiode, also vor ungemein langen Zeiten begonnen und ohne Unterbrechung bis auf die Jetztzeit fortgedauert. Der NW.-Rand muss daher früher sehr viel weiter nach Norden gelegen haben, als das heute der Fall ist. Vermutlich reichten sogar die jurassischen Ablagerungen bis in die Gegend, in welcher sich — wohl erst seit cretaceisch-tertiärer Zeit — der heutige Schwarzwald und Odenwald als Gebirge erheben. Vielleicht auch bedeckten sie gar das Gebiet dieser jetzigen Gebirge, wenigstens das des Schwarzwaldes; jedenfalls aber hingen sie wohl in der Lücke zwischen beiden Gebirgserhebungen, in welcher noch heute ein kleiner jurassischer Rest erhalten geblieben ist in der Gegend von Langenbrücken, mit dem westlicher gelegenen Jurameere zusammen[3]. Wir wollen diese Frage etwas näher beleuchten.

[1] Senkrecht von Nordrand zu Südrand gemessen.

[2] Natürlich die Korallenriffe des ε unter ihnen ausgenommen.

[3] Deffner und Fraas, Die Juraversenkung von Langenbrücken. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1859. S. 1.

Die Jura-Versenkung von Langenbrücken. Am Ostrande der Rheinebene, etwa halbwegs zwischen Heidelberg und Karlsruhe, liegt inmitten eines ausgedehnten Gebietes von Muschelkalk und Keuperschichten auf letzteren ein Fetzen jurassischer Ablagerungen; ganz isoliert, abgeschnitten von der Verbindung mit anderen Schichten seines Alters, weit und breit der einzige jurassische. Deffner und Fraas haben dieses überaus wichtige Vorkommen näher untersucht. Auf dem Umkreise von etwa einer geographischen Meile findet sich dort in einer Meereshöhe von 370—600 Fuss ein grosser Teil derselben jurassischen Schichten wieder, welche in Schwaben eine Meereshöhe von 1600—2000 Fuss einnehmen. Die Übereinstimmung der einzelnen Schichten hier wie dort geht oft bis ins einzelnste. Es kann daher gar nicht bezweifelt werden, dass — wie Deffner und O. Fraas zuerst aussprachen — diese Schichten in einem und demselben zusammenhängenden Meere abgelagert worden sind, welches sich ununterbrochen von den Gegenden unseres heutigen schwäbischen Jura und der Alb bis nach Langenbrücken hin ausdehnte. Ununterbrochen also müssen sich von der Alb bis nach Langenbrücken hin einst auch die in diesem Meere abgelagerten Juraschichten erstreckt haben.

Wenn es nun befremdlich scheinen sollte, dass alle diese verbindenden Ablagerungen jetzt verschwunden sind, während noch bei Langenbrücken — in einer geraden Entfernung von etwa 80 km von der Alb — ein kleiner Rest derselben vorhanden ist, so liegt letzteres lediglich darin, dass der Jura von Langenbrücken durch eine Versenkung in die Tiefe diesem Schicksale, gleichfalls abgetragen zu werden, bisher noch entronnen ist.

Gegenwärtig kennen wir anstehend bei Langenbrücken die ganze Schichtenreihe des Lias und des Braun-Jura α und β. Dieser letztere zeigt über seinen sandigen Thonen eine etwa 18 Fuss mächtige Sandsteinablagerung, ganz wie solche auch in den nordöstlichen Teilen des schwäbischen Jura entwickelt ist, während sie in den südwestlichen fehlt und durch Thone vertreten ist. Auch der Braune Jura γ war sicher noch vorhanden, wie aus seinen Leitversteinerungen hervorgeht, welche am Gehänge, auf dem β, gefunden werden. Inwieweit aber noch höhere Schichten, auch Weisser Jura, einst bei Langenbrücken anstanden oder noch jetzt in der Tiefe anstehen, das entzieht sich bisher unserer sicheren Kenntnis. Bronn setzt auf S. 35 der genannten Abhandlung von Deffner und Fraas in einer Anmerkung hinzu: „In den Weinbergen unterhalb Wiesloch

werden viele Versteinerungen aus höheren Juraschichten gefunden; sicher sind diese tiefer vorhanden!" Lassen wir das indessen als unsicher bei Seite.

Als nun um das Ende der Jurazeit diese Ablagerungen des Jurameeres aus der Wasserbedeckung desselben hervortauchten, begann auch sofort ihre Abtragung durch die Atmosphärilien. Diese dauerte also mindestens seit dem Beginne der Kreidezeit bis zum heutigen Tage. Wie sich sicher nachweisen lässt, war zu miocäner Zeit bei Langenbrücken diese Abtragung aller höheren Schichten bis etwa auf den Braun-Jura γ hinab bereits erfolgt. Es liegen nämlich auf dem Braunen Jura untermiocäne Landschneckenkalke, welche erst zur Ablagerung gelangen konnten, als sich durch den Einsturz dieser Juramasse auf derselben eine Wasseransammlung in der Versenkung bilden konnte. In der älteren Tertiärzeit also erfolgte der Einsturz in die Tiefe, durch welchen dieser kleine Jurafetzen bis zum heutigen Tage der Abtragung entgehen konnte, während alle verbindenden Ablagerungen zwischen ihnen und den Gegenden des heutigen schwäbischen Jura, weil nicht versenkt, derselben zum Opfer fielen. Nur noch bei Heilbronn auf den Löwensteiner Bergen hat sich in einigen 50 km Entfernung von Langenbrücken, aber auch ebensoweit nördlich vom heutigen Albrande! ein Rest von Lias erhalten.

Aus dem Gesagten folgen zwei verschiedene Dinge:

Einmal wird es höchst wahrscheinlich, dass ursprünglich bei Langenbrücken — also auch auf der ganzen Strecke zwischen dieser Örtlichkeit und den Gegenden des heutigen schwäbischen Jura — noch höhere Braun-Juraschichten als γ und ebenso auch der Weisse Jura angestanden haben. Wir haben ja oben gesehen, dass in eocäner oder altmiocäner Epoche bei Langenbrücken — wenigstens an den Stellen, an welchen eine Überlagerung durch miocäne Landschneckenkalke stattfindet — die oberste Schicht durch Braun-Jura γ gebildet wurde. Wir haben dann weiter gesehen, dass die Trockenlegung der Juraschichten, also ihre Abtragung, bereits mit Beginn der Kreidezeit erfolgte. Wenn nun dort durch die lange Zeit der Kreide und des Eocän hindurch die Abtragung bis auf den Braun-Jura γ hinab greifen konnte, so muss doch bei Beginn dieser langen Erosionsperiode, bei Beginn der Kreidezeit, noch eine mächtige Schichtenreihe über dem γ gelegen haben.

Denn hätte diese nicht den Braun-Jura β bezw. γ zugedeckt, wäre letzterer schon bei Beginn der Erosionsperiode die oberste

Schicht gewesen, dann würde in dem langen Zeitraume von der Kreideepoche an bis zum Miocän sicher dieser Untere Braune Jura, vermutlich auch noch der ganze Lias abgetragen sein.

Gerade also der Umstand, dass bei Langenbrücken die oberste Schicht heute, bezw. zu miocäner Zeit, durch jenen Braun-Jura β oder γ gebildet wurde, liefert uns den Beweis, dass derselbe früher noch durch viele jüngere Schichten zugedeckt und vor Abtragung geschützt gewesen sein muss. Es ist das genau derselbe und der ebenso berechtigte Schluss wie derjenige, welcher sich auf das einstige Vorhandensein jüngerer Schichten auf dem Schwarzwalde bezieht. Wir werden denselben noch zu besprechen haben. Gerade weil auf letzterem die jüngste Ablagerung heute durch die untere Hälfte des Buntsandsteines gebildet wird, folgt mit zwingender Notwendigkeit, dass dieser Untere Buntsandstein früher noch durch viele jüngere Schichten bedeckt gewesen sein muss, deren Abtragung ihn bisher vor dem Abgetragenwerden schützte[1].

Auf solche Weise ist es also mehr als wahrscheinlich, dass bei Langenbrücken von der Kreidezeit an bis zum Beginne der miocänen alle jüngeren Jura-Schichten bis hinab auf den Unteren Braunen abgetragen wurden; und mehr als wahrscheinlich, dass auf dem Landstriche zwischen Langenbrücken und den heutigen Gegenden des schwäbischen Jura, von der Kreidezeit an bis auf den heutigen Tag, überhaupt alle Jura- und Liasschichten abgetragen wurden. Nur bei Heilbronn liegt, wie oben gesagt, noch ein Fetzen übrig gebliebenen Lias.

Diese grosse Wahrscheinlichkeit findet aber weiter noch eine sehr grosse Stütze in dem durch eine frühere Arbeit von mir mit völliger Sicherheit geführten Nachweise[2], dass zu der mittelmiocänen Zeit der vulkanischen Ausbrüche unseres Gebietes der Untere Weisse Jura, die Alb, sich noch bis mindestens in die Gegenden des heutigen Stuttgart hin erstreckte; und dass seit dieser Zeit die Alb um die Strecke von etwa 23 km abgetragen wurde[3].

Ein anderer schöner Beweis für das Verschwinden ganzer Ablagerungen von der Oberfläche unserer nördlichen Landesteile wird

---

[1] Vergl. Benecke, welcher diese Verhältnisse ausführlich darlegt in: „Über die Trias in Elsass-Lothringen und Luxemburg." Strassburg 1877, bei R. Schultz. S. 794—825.

[2] Ein neuer Tertiär-Vulkan nahe bei Stuttgart. Universitäts-Programm. Tübingen 1892.

[3] Vergl. später in dieser Arbeit „Das Alter der vulkanischen Ausbrüche".

durch Eberhard Fraas erbracht[1]. In einer breiten Zone um die Frankenhöhe herum — also im NO. Württembergs, nahe bayrischem Gebiete — liegen auf und in dem Verwitterungslehmboden der Lettenkohle zahlreiche Feuersteine. Dieselben entstammen, wie sich durch ihr analoges Vorkommen im Mainhardter Wald bei Frankenberg und im Eisbachthal zweifellos erweisen lässt, den obersten Horizonten des Stubensandsteines und der darüber liegenden Knollenmergel. In diesen harten, der Verwitterung trotzenden Feuersteinen sehen wir also die letzten Reste der ganzen Keuperformation, welche in der genannten Gegend einst über der Lettenkohle lag und dann abgetragen wurde. Die Entfernung des jetzigen Keuperrandes von dieser Gegend beträgt bis zu 20 km; so dass also dieser Keuperrand seit jener Zeit um 20 km zurückgewichen ist. In gleicher Weise sind die Quarzsande mit Quarzknollen, quarzitischen Steinmergelstücken und Schilfsandsteinbrocken, welche auf der Höhe von Wallhausen bis Reubach liegen, nur der letzte Rest des einst dort angestandenen gesamten Schichtensystems des Stubensandsteines, der Keupermergel und des Schilfsandsteines.

Das sind zweifellose Beweise der Abtragung in unserem Lande. Wir sehen daher mit Recht in der Alb einen Tafelberg gewaltigsten Umfanges, dessen NW.-Rand seit ungemein langen Zeiten stetig nach S. zurückgewichen ist. Er hat auf solche Weise vorübergehend seinen jetzigen Verlauf erlangt. Da aber diese Art der Abtragung unaufhörlich weiter fortdauert, so muss der NW.-Rand der Alb schliesslich nur noch einen schmalen, von SW. nach NO. verlaufenden Grat darstellen. Auch dieser muss endlich herabstürzen auf die weichere Unterlage, und die Alb wird dann von der Erdoberfläche verschwunden sein. An Stelle der wasserarmen Alb mit ihrem zum Teil rauhen Klima und ihrem aus Kalkstein hervorgegangenen, teilweise ärmlichen Boden, wird sich ein welliges Gelände ausdehnen, bestehend aus den vielfach fruchtbareren und wasserreicheren Schichten des Lias. Ein Land von niedrigerer Erhebung über dem Meeresspiegel, also milderen Klimas[2]. Wie dieses Land aussehen wird, das lässt sich im allgemeinen genau sagen: Ganz ähnlich dem heutigen, nördlichen Vorlande der Alb, welches von Liasschichten gebildet ist; denn auch

---

[1] Begleitworte zur geogn. Specialkarte von Württemberg. Atlasblätter Mergentheim, Niederstetten, Künzelsau, Kirchberg. Stuttgart 1892. S. 25. Ferner Quenstedt, Begleitworte zum Atlasblatt Hall. 1880. S. 35.

[2] Natürlich vorausgesetzt, dass sich bis dahin das Klima der ganzen Erde nicht verändert hat.

an dessen Stelle befand sich ja einstmals die Alb. Auch wann dieses Ereignis eingetreten sein wird, das lässt sich, wie später in dieser Arbeit gezeigt werden soll, aus dem kleinen Vulkanschlunde bei Scharnhausen erkennen. Langsam also weicht der Nordrand der Alb gegen Süden zurück; langsam wird das unter der Alb lagernde Schichtensystem des Lias auf solche Weise an das Tageslicht gezogen und freigelegt; langsam tritt hier im Norden an die Stelle der hoch aufragenden Alb niedriges liasisches Hügelland.

Wir haben bisher immer nur denjenigen Landstrich im Auge gehabt, welcher sich von dem Ausgangspunkte unserer Betrachtung, Langenbrücken, über die Gegenden von Stuttgart (Scharnhausen) weiter an die Alb, also in südöstlicher Richtung hinzieht. Für diese ist gewiss der einstige ununterbrochene Zusammenhang des Jurameeres, also auch seiner Ablagerungen durch die Beschaffenheit des Tuffes bei Scharnhausen und aller anderen vulkanischen Tuffe unseres Gebietes erwiesen. Wie breit dieser Meeresteil war — wer wollte das sagen.

Nun ist aber weitergehend auch die Anschauung vertreten worden, dass das ganze Gebiet, welches heute vom Schwarzwald, dem Rheinthal und den Vogesen eingenommen wird, früher durch jüngere Trias und durch Jurabildungen bedeckt gewesen sei. Freilich ist von den letzteren anstehend jetzt nichts mehr auf jenen Gebirgen zu finden; nur Buntsandstein erscheint noch auf denselben. Wollte man nun aber auf diese negative Thatsache hin annehmen, dass es früher nur bis zur Ablagerung von Buntsandstein gekommen sei, dass also die jüngere Trias und der Jura niemals dort vorhanden gewesen wären, so würde man damit fast jegliche Erosion auf Schwarzwald und Vogesen leugnen. Je höher ein Gebirge aufragt, desto grösser werden, unter sonst gleichen Verhältnissen, auch die Niederschlagsmengen und der Frost, desto grösser also die Erosion sein. Wenn man nun heute oben auf diesen Gebirgen vereinzelte Fetzen von Buntsandstein findet, so wird man fragen müssen, wie denn diese sich während der ungeheuren Zeiträume, welche seit der Buntsandsteinperiode verflossen sind, hätten erhalten können, wenn sie nicht durch eine mächtige Decke jüngerer Schichten geschützt gewesen wären. Falls wirklich in jenen Gebieten nur noch Buntsandstein abgelagert worden wäre und dieselben seit jener Zeit dann ein Festland gebildet hätten, dann wäre sicher längst auch der letzte Rest von Buntsandstein dort oben verschwunden. Diese Verhältnisse sind zuerst von Laspeyres, dann von Lepsius, später eingehend

von BENECKE[1] in das rechte Licht gestellt worden. Wenn wir sehen, dass das Wasser sich Thäler von 1000 m Tiefe in diesen Gebirgen ausgefurcht hat, dann werden wir nicht annehmen können, dass sich ein vielfach so weicher Sandstein, wie der Buntsandstein es ist, zudem von nur einigen Hundert Meter Mächtigkeit, dort auf den Höhen erhalten habe. Da er nun aber, wenn auch nur in Fetzen, noch vorhanden ist, so folgt, dass er durch eine Decke geschützt gewesen sein muss, welche vor ihm abgetragen wurde.

Freilich ist von anderer Seite, SANDBERGER, KNOP, BLATZ, neuerdings auch durch DE LAPPARENT eine solche Auffassung scharf bekämpft worden[2]. Diese Geologen teilen die von ELIE DE BEAUMONT aufgestellte Ansicht, dass Schwarzwald und Vogesen bereits nach Ablagerung der älteren Hälfte des Buntsandsteins, des Vogesensandsteines, aus dem Triasmeere hervorzutauchen begannen. In diesem Falle hätten sich natürlich weder die jüngere Trias noch der Jura auf ihrem Gebiete niederschlagen können. Indessen die von ersteren Geologen gegen die BEAUMONT'sche Ansicht geltend gemachten Gründe, welche neuerdings noch durch STEINMANN[3] eine weitere Stütze gefunden haben, sprechen mehr für jene erstere Auffassung. Zwar sucht DE LAPPARENT seiner festen Überzeugung von der Unmöglichkeit, dass einst die ganze Juraformation noch auf dem Schwarzwald-Vogesengebiete gelagert haben könne, mehr Nachdruck zu geben, indem er sagt, es sei schwer zu erklären, wie eine solche Behauptung der Feder eines Geologen entschlüpfen könne. Allein solche Aussprüche beweisen gar nichts.

Es ist ganz auffallend, wie sehr eine solche Vorstellung, dass das Gebiet der heutigen Schwarzwald-Vogesen von Trias- und Juraschichten bedeckt gewesen sein könnte, von vielen als zu kühn betrachtet wird, welche es durchaus nicht bezweifeln, dass ehemals die Alb über Stuttgart hinaus bis nach Langenbrücken hin sich erstreckt hat. Das ist ein Widerspruch. Ist letzteres glaubhaft, und es ist gewiss thatsächlich richtig, dann ist es doch genau ebenso glaubhaft und möglich, dass das Jurameer sich auch über die Gegenden der heutigen Schwarzwald-Vogesen ausgebreitet hätte. Warum soll denn dieses Meer sich nur nach Nordwesten und nicht ebenso auch nach Westen hin ausgedehnt haben?

[1] Über die Trias in Elsass-Lothringen und Luxemburg. Abhandl. z. geol. Specialkarte v. Elsass-Lothringen. Bd. I. Heft 4. 1877. S. 794 pp.

[2] Bulletin soc. géol. France. 1887. 3. série. t. XV. S. 215—238 u. 240.

[3] Zur Entstehung des Schwarzwaldes. Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. III. 1888. S. 45—56. Taf. 5; ferner Bd. IV. 1889. S. 1—32.

Das Schwierige in letzterer Vorstellung liegt offenbar zunächst in der Vorstellung, dass es sich hier eben um Gebirge handle. Wenn letztere zur Trias- und Jurazeit schon bestanden, dann wird selbstverständlich das Meer sich nicht über dieselben erstreckt haben können. Solange also jemand dieser Anschauung huldigt, muss er auch jeden Gedanken daran verwerfen, dass die Schichten dieser Formationen einst über diesem Gebiete ausgebreitet gewesen sein könnten. Sowie aber jemand überhaupt zugiebt, dass, wie eine ganze Reihe von Geologen sich darzuthun bemüht, die Schwarzwald-Vogesen erst seit Kreide- und Tertiärzeit aus der Massenbedeckung auftauchten, dann muss er auch zugeben, dass dort Trias- und Juraschichten abgelagert waren.

Es ist ja nicht notwendig anzunehmen, dass vor tertiärer Zeit noch ausnahmslos das ganze Gebiet der heutigen Schwarzwald-Vogesen unter dem Meeresspiegel gelegen habe. Einzelne Inseln mögen schon vorher aus dem Meere aufgetaucht sein. Aber Inseln gestatten, dass zwischen ihnen Meeresarme hindurchgehen.

Was ist denn auch so sehr kühn und absonderlich an der Annahme, dass diese Gebirge erst seit cretacisch-tertiärer Zeit aus dem Wasser sich erhoben hätten? Ist es doch durch das Auftreten alttertiärer Schichten in ansehnlichen Höhen der Alpen zweifellos bewiesen, dass das mächtige Alpengebirge erst seit tertiärer Zeit entstanden ist; wenn auch einzelne Teile desselben schon lange vorher als Inseln aufgetaucht sein werden. Gilt doch Gleiches vom Himalaja und anderen gewaltigen Gebirgen. Und nun sollte das, was bei so riesigen Gebirgen thatsächlich der Fall ist, bei den so viel niedrigeren Schwarzwald-Vogesen unmöglich sein? Wer zweifelt daran, dass die in der nördlichen und die in der südlichen Zone der Alpen gelegenen alpinen Kreide-, Jura- u. s. w. Schichten, wenn auch hier und da durch Inseln getrennt, doch im grossen und ganzen einst über die Alpen zusammenhingen; dass sie also in den Centralalpen, in denen sie heute fehlen, einst vorhanden waren und später nur abgetragen sind? Ist das aber dort der Fall, warum sollen denn bei den Schwarzwald-Vogesen nicht ebenfalls die im Westen und die im Osten gelegenen Jura- und Triasschichten zusammengehangen haben können?

Man sieht, dass nicht der mindeste Grund dafür vorhanden ist, eine solche Annahme als an und für sich unglaublich zu verwerfen. Man kann höchstens sagen, dass man die Beweise dafür erst abwarten wolle. Suchen wir solche:

Heim hat aus dem Inhalte des Reussthales berechnet, dass

dieser Fluss bereits 230 Kubikkilometer Gesteinsmasse aus den Alpen herausgeschafft und entfernt hat, wozu nach dem Massstabe seiner heutigen Arbeitsleistung etwa 1 151 000 Jahre nötig gewesen sein würden. Ebenso hat er schätzend berechnet, dass von dem ganzen Alpengebirge jetzt bereits ungefähr die Hälfte abgetragen sein mag. Diese gewaltige Arbeitsleistung würde also etwa seit tertiärer Zeit geschehen sein. In Nordamerika hat sich seit Beginn der pliocänen Epoche der Rio Colorado sein bis 2000 m tiefes Schluchtensystem eingegraben. Was bedeuten gegen solche Leistungen der Erosion denn unsere Trias- und Juraschichten, welche von den Schwarzwald-Vogesen abgetragen sein sollen?

In welcher Weise thatsächlich in kurzer Zeit Schichten am Schwarzwald entfernt wurden, geht z. B. aus den folgenden Thatsachen hervor: der Neckar führt heute in der Tübinger Gegend Gerölle von Muschelkalk und Buntsandstein. Auch die alten Flusskiese, welche bei Tübingen bis zu 100 Fuss Höhe über dem Neckarthal liegen, enthalten noch beiderlei Gesteine. Wenn wir dagegen bei Rottenburg, etwas oberhalb Tübingen, die noch älteren Flusskiese untersuchen, welche bis zu 300 Fuss Höhe über dem Neckar ansteigen, so zeigt sich, dass diese nur aus Muschelkalk bestehen; der Buntsandstein fehlt ihnen noch [1].

Was sagt uns diese Thatsache? Wenn wir erwägen, dass diese alten Flussterrassen diluvialen Alters sind, höchstens die ganz oben auf den Plateaus gelegenen bereits jüngstpliocänen Alters (s. später), so lehrt sie uns das Folgende: Während der älteren diluvialen oder vielleicht jüngstpliocänen Epoche gab es eine Zeit, während welcher der Neckar sich von 300 m über seiner heutigen Thalsohle bis auf 100 m über derselben einschnitt. In dieser ganzen Zeit flossen von Rottenburg an aufwärts der Neckar und seine Nebenflüsse nur im Muschelkalkgebiet. Daher nur solche Gerölle in den Flusskiesen. Als sich dann der Neckar bis auf 100 m über seiner heutigen Thalsohle eingeschnitten hatte, war durch die Nebenflüsse der Muschelkalk so weit abgetragen, dass der darunterliegende Buntsandstein freigelegt und angegriffen werden konnte. Daher von da ab Muschelkalk- und Buntsandsteingerölle.

Die anderen Schwarzwaldflüsse aber haben seit jener Zeit Ent-

---

[1] Begleitworte zu Blatt Tübingen. S. 14.

sprechendes geleistet; ganz Analoges finden wir in den Hochterrassen der Enz, also auf den dieselbe begleitenden Höhen. Wie O. FRAAS zeigt[1], liegen dort bis zu 335 Fuss Höhe über dem heutigen Enzspiegel und bis zu 12 000 Fuss von seinem heutigen Laufe entfernt massenhaft Schwarzwaldgerölle, bestehend aus Quarz, Jaspis, Hornstein, hartem Sandstein. Nie aber findet sich in ihnen Granit, wie das jetzt der Fall ist. Daraus können wir abermals folgern: Als die Enz in diluvialer, höchstens jüngstpliocäner Zeit noch 335 Fuss weniger tief eingeschnitten war als heutzutage, war im Quellgebiete derselben noch nirgends die krystalline Unterlage, der Granit freigelegt.

Ein weiterer Beweis liegt in dem Folgenden: ELIE DE BEAUMONT hatte gemeint — und die seiner Ansicht waren hielten daran fest — dass auf den Schwarzwald-Vogesen nur der Vogesensandstein, also die ältere Abteilung dieser Formation liege; dass dagegen der obere Buntsandstein nicht mehr auf, sondern nur am Fusse dieser Gebirge vorkomme. Daraus eben schloss er auf eine Hebung der letzteren nach Ablauf der Zeit des Vogesensandsteines. Nun zeigt aber BENECKE (l. c. S. 812—823), dass erstere Annahme falsch ist, dass auch Oberer Buntsandstein in bedeutender Höhenlage dort vorkomme. Zwar nur in vereinzelten Fetzen, aber auf einem ausgedehnten Gebiete. Diese Fetzen sind natürlich nur die Reste einer einst zusammenhängend gewesenen Decke.

Damit ist also zunächst einmal bewiesen, dass auch der Obere Buntsandstein, dessen Fehlen auf diesem Gebirge man früher allgemein als sicher annahm, auf demselben einst ausgebreitet war.

Vom Keuper hat man bisher noch keine Spuren auf den Höhen jener Gebirge gefunden. Bei der weichen Beschaffenheit seiner leicht zerfallenden Gesteine ist das kein Wunder. Anders aber steht es mit dem Muschelkalk, dem Lias, dem Braunen und Weissen Jura. Zunächst hat STEINMANN bei Alpirsbach im Schwarzwald in einer Meereshöhe von 1000 m eine Breccie[2] beschrieben, deren Gesteine dem Muschelkalk, Lias und Dogger angehören und bis hinauf zum

[1] Blatt Stuttgart. S. 14.

[2] Ber. d. Naturforscher-Ges. zu Freib. i. B. Bd. 4. S. 1. Herr Landesgeologe Dr. Sauer in Heidelberg machte mich in einer Zuschrift darauf aufmerksam, dass das in Rede stehende Gestein von Alpirsbach kein Konglomerat, sondern eine echte Breccie sei.



Braunen Jura ε (Hauptrogenstein) reichen. Das Vorkommen dieser Gesteine aber, und in solcher Höhe auf dem Schwarzwalde, mitten im Gneissgebiete, lässt sich nur durch die Annahme erklären, dass zur Zeit der Bildung dieser Breccie über dem Gneiss ausser anderen auch noch die Schichten des Muschelkalkes, Lias und Braun-Jura dort oben in der Nähe anstanden. Damit aber ist durch Steinmann das direkt bewiesen, was de Lapparent für unmöglich hält.

Zweitens sind dann von Bedeutung für die Frage, ob ehemals eine Decke von Juraschichten sich über die Schwarzwald-Vogesen-Gebirge ausgebreitet hatte, die Beobachtungen, welche auf linksrheinischer Seite durch Schumacher und van Werveke gemacht wurden[1]. In den kiesigen Pliocänablagerungen von Laubach bei Märzweiler und von Wilwisheim auf Blatt Zabern haben dieselben je eine Knolle von Chalcedon gefunden, welche aus abwechselnd weisslich und blaugrau gefärbten Schalen besteht. Mit den gerade im Pliocän so überaus häufigen Chalcedon-Knauern aus dem Muschelkalk sind diese beiden, bisher einzigen Funde kaum zu verwechseln. Dagegen weisen letztere eine ausserordentliche Ähnlichkeit mit den Chalcedon-Knollen auf, welche im Corallien des Schweizer und Pfirter Jura liegen. Es müssen daher diese beiden Vorkommen im Pliocän des Unterelsass wohl aus zerstörten einstigen Schichten des Weissen Jura herrühren.

Die Heimat dieser Schichten aber wird man nicht etwa in südlicher gelegenen Gebieten des Jura und der Schweiz suchen dürfen, in welchem Falle ja diese Erfunde für unsere Frage belanglos werden würden. Man hat nämlich, wie Schumacher hervorhebt, im Pliocän des Unterelsass bisher noch keinerlei Gesteine nachweisen können, deren Ursprung in den Alpen oder im Jura zu suchen wäre. Alle Verhältnisse weisen vielmehr darauf hin, dass zur Pliocänzeit das Gefälle in der jetzigen oberrheinischen Tiefebene ein umgekehrtes war wie heute, dass es also von N. nach S. ging.

Wir werden daher auch für diese beiden Chalcedon-Knollen keine südliche Abstammung annehmen dürfen, dieselben vielmehr zurückführen müssen auf Schichten des Weissen Jura, welche einst die Vogesen bedeckt haben und deren einzige, oftmals umgelagerte Reste nun jene widerstandsfähigsten Knauern bilden.

---

[1] Schumacher, Über Ergebnisse der Aufnahmen auf Blatt Zabern, in Mitteilungen der geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen. Bd. IV. Heft 2. 1893. S. XXVII—XXVIII. Ferner Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des westlichen Deutsch-Lothringen. Strassburg 1887. S. 74—75.

In noch sichererer Weise aber wird eine solche Anschauung bewiesen durch die hoch oben auf der Hochfläche von Lothringen erfolgten Funde von Quarzit-Knauern, in welchen sich Versteinerungen des Weissen Jura befinden.

Man sieht also, dass ausser dem Oberen Buntsandstein auch Stücke von Muschelkalk, Lias, Braunem und Weissem Jura sich auf der Höhe dieser Gebirge gefunden haben. Die Ansicht, dass Schwarzwald-Vogesen einst eine Decke von jüngeren Trias- und von Juragesteinen trugen, ist mithin durchaus nicht mehr eine rein theoretische. Es giebt vielmehr gewisse Thatsachen, welche sich überhaupt nur mit Hilfe dieser Anschauung erklären lassen. Mögen diese Thatsachen auch auf materiell nicht grossen Erfunden beruhen; sie sind doch vorhanden.

Wir wollen nun weiter zusehen, ob eine solche Anschauung nicht auch durch schätzungsweise Berechnung gestützt werden kann. In dieser Arbeit wird bewiesen, dass der ganze Lias, Braun- und Weiss-Jura sich ehemals über das ganze Vorland der Alb, mindestens bis in die Gegenden des heutigen Stuttgart erstreckt haben, in welchen heute der Keuper zu Tage ansteht. Die durchschnittliche Mächtigkeit dieser drei Stufen beträgt in der Gegend von Urach etwa 630, diejenige des davon Abgetragenen 450 m[1]. Unter der wohl zulässigen Voraussetzung, dass dieselbe sich bis in die Gegend von Stuttgart nicht verringerte, kann man also auf Grund dieser Arbeit sagen: In unserem erosions-

[1] Die Mächtigkeit des Lias beträgt in unserem vulkanischen Gebiete von Urach nach den Angaben der Autoren ungefähr 70 m, diejenige des Braun-Jura 180; nach dem Bohrloche bei Neuffen müssen sogar α und β allein 220 m betragen, so dass sich 280 m für den ganzen Braun-Jura ergeben würden. Diejenige des Weiss-Jura α und β 130; γ 60; δ 50; ε und ζ 60. Das ergiebt für den ganzen Jura dieser Gegenden ungefähr 550 bezw. 650 m. Für die nördlichsten, Stuttgart genäherten Gegenden von Scharnhausen No. 124, in dessen aus oberem Keuper zu Tage tretenden Tuffe nur Weiss-Jura α und β mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten, würde das eine Mächtigkeit des Abgetragenen — Lias, Braun-Jura, Weiss-Jura α und β — von nur 380 bezw. 480 m geben. Auch auf dem rechten Neckarufer findet sich bei einigen der aus Lias zu Tage tretenden Tuffen nur Weiss-Jura α und β; sehr bald aber gesellen sich dann bei den aus unterstem Braun-Jura hervortretenden Tuffen γ, δ und ε hinzu. Man wird also die Mächtigkeit des seit den Ausbrüchen Abgetragenen auf rund 450 m schätzen können.



schwachen Unterlande sind rund 450 m mächtige Schichten seit jener mittelmiocänen Zeit auf die weite Entfernung von mindestens 23 km fast spurlos abgetragen worden. Dem gegenüber behaupten nun die Gegner, dass in den so viel erosionskräftigeren Schwarzwald-Vogesen seit der Oberen Buntsandsteinzeit, also in ungeheuer viel längeren Zeiträumen, die erodierenden Kräfte nichts weiter geleistet haben sollen, als einen Teil der unteren Abteilung des Buntsandsteins zu entfernen!

Das ist selbstverständlich undenkbar. Wir wollen daher einmal berechnen, wie mächtig wohl das Schichtensystem gewesen ist, welches bei unserer Annahme vom Schwarzwalde abgetragen worden sein müsste. Freilich ergiebt sich hier die grosse Schwierigkeit, dass die Trias- und Juraschichten am Schwarzwaldrande von S. gegen N. und O. hin an Mächtigkeit zunehmen, wie auf den nächsten Seiten gezeigt werden wird. Ich kann daher nur mittlere Zahlen nehmen und berechne für die obere Hälfte des Buntsandsteins 200 m. Für den Muschelkalk 210 m, Keuper 130 m, Lias 80 m, Braun-Jura 220 m, Weiss-Jura 300 m. Das giebt im ganzen 1140 m für die ganze Jura- und Trias-Formation abzüglich der unteren Hälfte des Buntsandsteines.

Wenn also seit mittelmiocäner Zeit in dem regenarmen, daher erosionsschwachen württembergischen Unterlande 450 m abgetragen wurden, so ist die Annahme doch wahrlich nicht zu kühn, dass von dem regenreichen, daher erosionsstarken Schwarzwalde jene 1140 m, also etwa $2^1/_2$ mal so viel, zudem während des sehr viel längeren Zeitraumes, Kreide- und Tertiärzeit, weggewaschen wurden.

Aber das ist nicht nur denkbar, sondern das lässt sich auch durch Zahlen wahrscheinlich machen. Man beachte zunächst den ungemein grossen Unterschied, welcher in der Regenmenge zwischen dem Schwarzwalde und dem nördlichen Vorlande der Alb, bezw. dem ganzen württembergischen Unterlande, besteht. Stuttgart, welches allerdings der trockenste Ort Württembergs ist, hat in den Jahren 1866—1875 eine durchschnittliche Regenmenge von nur 622 mm, Freudenstadt auf dem Schwarzwald dagegen von 1661 mm. Wenn die Regenmenge von Stuttgart = 100 gesetzt wird, so erhalten wir die folgenden Verhältniszahlen [1]:

---

[1] Das Königreich Württemberg I. S. 204.

Stuttgart	= 100	Unterland.
Tübingen	= 102	
Mergentheim	= 104	
Heilbronn	= 104	
Öhringen	= 107	
Sulz	= 119	Ostfuss des Schwarzwaldes.
Calw	= 123	
Freudenstadt	= 268	Schwarzwald.
Regenreichste Teile des Schwarzwaldes	= 290[1]	

Der Schwarzwald hat also $2^1/_2$—3 mal so viel Niederschläge als das Unterland, auf welchem unsere Juraschichten sicher einst vorhanden waren und sicher weggewaschen wurden. Folglich muss die Erosion, so weit sie durch Wasser bedingt ist, auf dem Schwarzwalde $2^1/_2$—3 mal so stark wie im Unterlande sein.

Es ist freilich die Erosion noch weiter bedingt durch Verwitterung, und diese wird, abgesehen vom Wasser und seinen gelösten Stoffen, durch Kälte, Pflanzenwurzeln und niederste Lebewesen hervorgerufen[2].

---

[1] Auf dem badischen Schwarzwald, westlich von Freudenstadt, und im südlichen Teile steigt die Regenmenge auf 1800 mm und mehr. Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogtum Baden. Karlsruhe, bei Braun.

[2] Diese Rolle, welche niederste Lebewesen bei der Verwitterung spielen, kannte man bisher bei dem Vorgange der Verwitterung noch nicht. Die betreffenden Untersuchungen von Muntz verdienen das höchste Interesse, weil sie uns einen ganz neuen Faktor bei der Verwitterung kennen lehren. Durch die eigentümlichen Wurzelknöllchen der Leguminosen angeregt, hatte man bisher das Dasein nitrifizierender kleinster Lebewesen nur in diesen Knöllchen, dann auch in der Ackererde nachgewiesen. Man hatte auf solche Weise festgestellt, dass der Stickstoff der Atmosphäre, welcher nach früherer Anschauung gar nicht von den Pflanzen nutzbar gemacht werden konnte, doch mit Hilfe dieser kleinsten, den Pflanzen angehörigen Lebewesen von den Leguminosen ausgenützt wird.

Muntz hat nun aber nachgewiesen, dass solche nitrifizierende Organismen ganz allgemein auf und in den feinen Poren von Gesteinen vorkommen. Also nicht nur an solchen Orten, an welchen sich bereits Erde gebildet hat, sondern auch auf hohen Gebiegen mit nackten Felsmassen. Ein treffliches Beispiel bietet im Berner Oberlande das Faulhorn, dessen Name ja von dem eigenartigen Zerfallen des Gesteines herrührt. Hier finden sich diese mikroskopischen Lebewesen nicht nur an der Oberfläche, sondern sie dringen auch infolge ihrer geringen Grösse auf den zahllosen feinen Spalten tief in das Gestein ein und befördern so durch ihre Thätigkeit den Zerfall desselben. Ob dieser Erfolg bedingt wird durch die Absonderung eines Sekretes, also durch chemische Vorgänge, oder durch mehr mechanische, oder durch beides zusammen — in beiderlei Weise wirken ja auch die Wurzeln niederer Pflanzen — das ist noch unsicher. Thatsache ist, dass diese mikroskopischen Organismen wegen ihrer geringen Grösse in die feinsten

Nun tritt die Thätigkeit der beiden letzteren Faktoren gegenüber derjenigen des Wassers und des Temperaturwechsels wohl bei der Erosion stark in den Hintergrund; und unter letzteren beiden ist der Hauptfaktor jedenfalls das Wasser im Verein mit der in ihm gelösten Kohlensäure, welches also chemisch und mechanisch wirkt. Wenn nun diese Wassermenge auf dem Schwarzwald $2^1/_2$—3mal so gross ist wie im Unterlande, so wird auch seine denudierende und erodierende Wirkung dort $2^1/_2$—3mal so gross sein wie hier. Also ein und dasselbe Schichtensystem wird auf dem Schwarzwalde etwa $2^1/_2$—3mal so schnell verschwinden müssen, wie im Unterlande. In ganz derselben Zeit, in welcher in letzterem die 450 m mächtigen Schichten des Jura abgetragen wurden, musste daher auf ersterem ein 1140—1350 m mächtiges System vernichtet werden können. Natürlich gleiche Gesteinsbeschaffenheit und Folge vorausgesetzt. Es handelt sich aber nur um 1140. Zudem ist jene Abtragung im Unterlande

---

Spalten und Poren der Gesteine, also weit besser in das Innere derselben eindringen können, als den Pflanzenwurzeln das möglich ist. Thatsache ist ferner, dass diese Organismen der Luft ihren Bedarf an Kohlenstoff und Stickstoff entnehmen, und diese Stoffe dann nach ihrem Absterben auf und namentlich im Innern der Gesteine hinterlassen. Auf solche Weise erzeugen sie Humus, welcher dann weiter, zunächst anderen niederen Pflanzen den Aufenthalt ermöglicht. Es erklärt sich auf diese Weise die bisher nie genügend beantwortete Frage, durch welches Mittel denn eigentlich auf den nackten Felsen die erstmalige Ansiedelung niederer Pflanzen ermöglicht wird. Denn diese können ja ihren Stickstoffbedarf nicht aus der Atmosphäre decken, finden denselben auch keineswegs ohne weiteres etwa in den durch Einwirkung kohlensäurehaltigen Wassers zersetzten Feldspäten u. s. w.

Den thatsächlichen Beweis, dass die nitrifizierenden Lebewesen stets in abgebröckelten Gesteinsmassen vorhanden sind, lieferte Muntz, indem er solche Gesteinsstückchen in sterilisierten Röhren sammelte und in einem geeigneten Medium aussäete. In jedem Falle trat dann Nitrifikation ein. In den verschiedenartigsten Gesteinen, Graniten, Porphyren, Gneissen, Glimmerschiefern, vulkanischen Gesteinen, Kalken, Sandsteinen, und aus den verschiedensten Gegenden, Alpen, Pyrenäen, Auvergne, Vogesen — überall fand sich dasselbe Ergebnis.

Unterhalb 0° sind die Lebensfunktionen derselben, wie Verf. im Vereine mit Schlesing zeigte, aufgehoben. Ihre Thätigkeit ist also auf die wärmere Jahreszeit beschränkt. Aber sie sterben im Winter nicht ab, sie wurden sogar unter dem Eise von Gletschern gefunden.

So schliesst daher der Verf., dass der allmähliche Zerfall der Gesteinsmassen zu einem ansehnlichen Teile durch die Thätigkeit dieser Organismen bedingt wird. Comptes rendus hebdom. Paris. Jahrg. 1890. T. 110. S. 1370—72.

erst seit mittelmiocäner Epoche geschehen, wogegen für diejenige auf dem Schwarzwalde ja wesentlich längere Zeit, seit dem Ende der Jura-Epoche, zu Gebote steht[1]. Die Annahme, dass die Erosion auf dem Schwarzwalde diese Arbeit geleistet haben soll, ist mithin gewiss keine zu kühne.

Eine weitere Unterstützung der Annahme, dass der Schwarzwald in triassischer und jurassischer Zeit noch unter dem Meeresspiegel lag, könnte man aus den Untersuchungen Regelmann's über die Mächtigkeit, das Streichen und Fallen der Schichten in der Alb ableiten wollen. Dieselben geben uns ein so genaues Bild von diesen Verhältnissen, wie dasselbe nur der Trigonometer, nicht aber der Geolog bei der Kartierungsarbeit liefern kann.

Regelmann weist nach, dass in der Nähe des Schwarzwaldes fast alle Schichten des Trias- und Jura-Systems gegen N. und O. an Mächtigkeit zunehmen; nur der Lias schwillt nicht gegen O. und der Braun-Jura nicht gegen N. an. Wie stark diese Zunahme in der genannten Richtung ist, lassen die am Schwarzwaldrande von S. nach N. geordneten Zahlen der folgenden Tabellen zunächst für den Buntsandstein erkennen[2].

Die Mächtigkeit der Buntsandsteinformation im ganzen beträgt:

	m	
Im Dorf Schleitheim, Kanton Schaffhausen (ganze Format.) (nach Schalch)	11	S
In der Gegend von Waldshut (ganze Format.) (nach Dr. G. Schill)	15	│
Bei der Schattenmühle im Wutachthal (ganze Format.)	29	│
Im Wutachthal bei der Stalleckerbrücke (ganze Format.)	35	│
Auf „Hohe Mark“, 2 km westlich von Mistelbrunn (nur ält. Bunts.) (c.)	26	│
Auf der Hohen Warte, 3 km westlich von Herzogenweiler (nur ält. Bunts.) (c.)	24	↓
Am Rehlewald, südlich von St. Georgen (nur ält. Bunts.) (c.)	36	N
Am Kappenzipfel bei Wolterdingen (ganze Format.) (c.)	46	

[1] Eine Schwierigkeit ergäbe sich in folgendem: Wenn der Schwarzwald erst seit oligocäner Epoche über dem Wasserspiegel erschien, so müsste natürlich auch die ganze Kreide-Formation und das Eocän dort abgelagert worden sein. Das giebt dann allerdings eine so grosse Mächtigkeit des seit oligocäner Zeit Abgetragenen, dass man eher ein Sträuben gegen solche Annahme begreift. Wenn dagegen der Schwarzwald, wie die angrenzenden Gebiete überhaupt, schon am Ende der Jura-Periode trocken gelegt wurden, dann vermindert sich die Masse des Abzutragenden und vermehrt sich die Länge der Zeit.

[2] Trigonometrische Höhenbestimmungen und Notizen über den Gebirgsbau für die Atlasblätter Friedingen, Hohentwiel, Schwenningen und Tuttlingen. Im Auftrag des statistisch-topographischen Bureaus zum Zweck der Herstellung der geognostischen Specialkarte des Landes aufgenommen und berechnet von Trigonometer Regelmann. 1877. S. 39 pp.

Unter dem Thannhörnle bei Pfaffenweiler (ganze Format.) (c.)	37	S
Unter der Stadt Villingen (ganze Format.) (c.)	68	
Unter dem Fohrenwald bei Mönchweiler (nur ält. Bunts.) (c.)	70	
Unter dem Dorfe Kappel bei Eschachthal (ganze Format.) (c.)	101	
Im Bohrloch am Bergwald bei Dunningen (ganze Format.)	142	
Im Bohrloch bei Oberndorf (ganze Format.)	159	↓
Bei Teinach (ganze Format.)	335	
Im Bohrloch bei Dürrmenz-Mühlacker	446	N

Hierzu nun sagt Regelmann: „Diese Mächtigkeitsangaben sind das Resultat direkter Messung, soweit sie kein besonderes Zeichen haben, während die mit (c) bezeichneten Masse aus der Projektion von Höhenpunkten des Sandsteinplateau auf die sorgfältig konstruierte Grenzfläche gegen das Grundgebirge gewonnen worden sind."

„Aus diesen Angaben ergiebt sich eine regelmässige Zunahme der Mächtigkeit gegen O. und N. An der westlichen Randlinie des Blattes Schwenningen finden wir eine mittlere Mächtigkeit von nur 31 m, während sie 10 km östlich, im Meridian von Villingen, schon 71 m beträgt und zwar so, dass die Mächtigkeit der letzteren Linie entlang, vom südlichen Kartenrande mit 46 m ansteigt auf 101 m am nördlichen Rand des Blattes. Da die Erscheinung der Mächtigkeitszunahme nicht nur bei den Komplexen stattfindet, welche der Erosion preisgegeben sind, sondern auch unter der jüngeren Schichtenbedeckung fortsetzt, so deutet sie mit aller Entschiedenheit auf die ursprüngliche Ablagerungsweise zurück. Die langsame Erhebung der krystallinischen Centralmasse, welche wir heute Schwarzwald nennen, musste schon während der Ablagerung des Buntsandsteins so weit gediehen sein, dass die Feldbergmasse, soweit sie heute höher als 1200 m liegt, wenigstens als flaches Festland sich über die Fluten des Buntsandsteinmeeres erhoben hatte. Die Ablagerung der Sandschichten erfolgte dann naturgemäss weniger stark an den flach abfallenden Ufern, als in den grösseren Tiefen im O. und N. Das nahe Festland wird auch angedeutet durch den Fund eines Labyrinthodonrestes, des *Trematosaurus Fürstenbergianus* H. v. Meyer, im Kieselsandstein von Herzogenweiler."

In gleicher Weise haben wir für den Keuper eine starke Zunahme der Mächtigkeit von S. nach N. Die letztere beträgt nämlich in der Gegend von

Schleitheim am Randen	59 m	S
Schwenningen	129 „	
Balingen und Horb	182 „	↓
Löwenstein	366 „	N

Im Lias erfolgt gleichfalls, wenigstens von den Lägern an bis zum Zollern, diese Zunahme. Hier beträgt die Mächtigkeit in der Gegend von

Schwenningen und Tuttlingen	57 m	S
Donaueschingen	50 „	↓
Spaichingen	68 „	
Balingen	106 „	N

Von da an gegen NO. scheinen die Liasschichten allerdings an Dicke abzunehmen.

Der Untere und Mittlere Braune Jura besitzt nur eine geringe Anschwellung seiner Mächtigkeit gegen N. hin; der Obere lässt in den *Parkinsoni*-Schichten sogar ein umgekehrtes Wachstum, gegen S., bemerken.

Im Weiss-Jura aber haben wir wieder in der Gegend von

Tuttlingen-Friedingen	280 m	S
Balingen-Ebingen	415 „	N

Auf solche Weise gelangt Regelmann zu dem folgenden Gesamtergebnisse:

„Das Fundamentalgesetz für die Ablagerungen am Ostrand des Schwarzwaldes ist also während der ganzen mesozoischen Periode dasselbe geblieben. Sämtliche Flötzbildungen vom Buntsandstein bis zum oberen Jura keilen gegen den Schwarzwald hin aus und schwellen in nördlicher und östlicher Richtung an.“

Es kommt nun darauf an, welche Deutung wir dieser bemerkenswerten Thatsache geben. Regelmann sieht in dem Auskeilen aller Schichten gegen den Schwarzwald hin den Beweis, dass hier zur Zeit von deren Ablagerung bereits Festland war. Allein man könnte gerade den entgegengesetzten Schluss ziehen und sagen, dass es in der Richtung des Schwarzwaldes in die hohe See hinausging. Die folgende Überlegung wird das erläutern. Bei dieser lassen wir besser die Kalke zunächst ausser acht, da Kalksteine sich sowohl nahe der Küste als auch ferner von derselben niederschlagen können; und weil auch Kalksteine sowohl durch chemischen Niederschlag als auch durch mechanischen Absatz aus Wasser hervorzugehen vermögen. Halten wir uns daher nur an die Thone und Sandsteine, welche ja eine sehr grosse Rolle in diesen Ablagerungen der Trias und des Jura spielen.

Thone und Sande entstehen einmal an der Küste, indem die letztere von der Brandung zerschlagen wird. Zweitens aber werden sie durch die Flüsse in das Meer hinausgeschoben. So lagert sich

also ein grösster Teil derselben nahe am Ufer ab; ein kleinerer wird noch weiter in die See hinaus verfrachtet, bis auch er sich absetzt. Endlich aber hat sich das Wasser seiner Bürde entledigt und ist klar geworden. In die Tiefsee hinein werden weder Thon noch Sand geschoben, das ist durch die neueren Tiefseeuntersuchungen zweifellos sicher gestellt, welche von MURREY und RENARD an Bord des Challenger gemacht wurden.

Bei solchem Vorgange bleibt natürlich in der Nähe des Festlandes der meiste Sand und Thon liegen; d. h. die Ablagerung wird in der Zeiteinheit hier am mächtigsten. Weiter von der Küste entfernt wird sie bei geringerer Zuführung von Material schon weniger mächtig. Endlich ganz fern von der Küste hört das völlig auf. Es findet also ein Auskeilen der Sand- und Thonschichten gerade seewärts statt; nicht aber beginnen sie an der Küste geringmächtig, um seewärts mehr und mehr anzuschwellen. Wäre letztere Annahme richtig, dann müsste sich ja mit weiterer Entfernung vom Festlande die Masse des ins Meer geschobenen Sandes und Thones, also die Mächtigkeit der Schichten, mehr und mehr steigern! Das ergäbe doch eine offenbare Unmöglichkeit. Es wäre genau dasselbe, als wenn ich behaupten wollte, dass mit wachsender Entfernung von einer Licht- oder Wärmequelle Licht und Wärme immer stärker werden müssten.

Aus dem von REGELMANN in so schöner Weise gelieferten Nachweise, dass fast alle Glieder des Trias- und Jurasystems bei der Annäherung an den heutigen Schwarzwald geringmächtiger werden, könnte man daher wohl folgern, dass es in dieser Richtung in die offene See hinausging; dass also der Schwarzwald in triassischer und jurassischer Zeit noch unter dem Spiegel des Meeres lag. Wären hier bereits ein Festland oder Inseln gewesen, so würde gewiss die Mächtigkeit der Schichten in der Nähe dieser eine grössere sein, als mehr nach Norden und Osten. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass die Gegenden des heutigen Schwarzwaldes damals notwendig Tiefsee gewesen seien. Es dreht sich ja hierbei nicht um die Frage, ob tief oder flach, sondern ob nahe oder fern von der Quelle der Sedimente, d. h. der Küste. Die See kann an der Küste viel tiefer sein als das offene Meer; wie wir denn auch die grössten Meerestiefen gerade in der Nähe der Kontinente kennen. Das Gebiet des heutigen Schwarzwaldes könnte also sehr wohl damals bereits weniger tief gewesen sein und damit sein Auftauchen gewissermassen schon vorbereitet haben.

So unbestreitbar richtig der obige Schluss im allgemeinen sein muss, so besteht doch gerade im württembergischen Lande eine andere Thatsache, welche durchaus zu gunsten der von REGELMANN gezogenen Folgerung zu sprechen scheint. REGELMANN[1] zeigt nämlich, dass am SO.-Rande der Alb sich alle Tertiärschichten auf der Juraplatte, also dem zweifellosen einstigen Ufer, auskeilen, dagegen nach der Mitte des oberschwäbischen Beckens hin sehr beträchtlich anschwellen.

Wie soll dieser Widerspruch zwischen der obigen, allgemein geltenden Thatsache und dieser besonderen erklärt werden, durch welche die erstere offenbare Einschränkungen erfährt? Zunächst wird das Gefälle des Meeresbodens hier seinen Einfluss ausüben. Wenn das Meer, bezw. das Süsswasserbecken, nahe der Küste flach ist und mit der Entfernung von der letzteren allmählich tiefer wird, dann muss natürlich notgedrungen die Mächtigkeit der Sinkstoffe beckeneinwärts mehr und mehr zunehmen; denn in dem flachen Küstenstriche finden ja keine mächtigen Absätze Raum. Dieser Fall mag zu tertiärer Zeit südlich der Donau geherrscht haben. Daher die Zunahme der Schichtenmächtigkeit beckeneinwärts, welche von REGELMANN nicht nur für die Meeres-, sondern auch für die obere wie untere Süsswassermolasse nachgewiesen wurde.

Aber dieser Fall muss bei einem ausgedehnteren Wasserbecken seine Grenze haben. Er kann nur beschränkt sein auf eine gewisse Zone, welche die Küste begleitet; denn andernfalls müsste die Mächtigkeit nach der Tiefe der Hochsee hin ins Ungeheuerliche anwachsen.

Sodann kann aber die obige allgemeine Regel, dass in der Nähe der Küste die meisten Sinkstoffe sich ablagern, in das Gegenteil verkehrt werden durch Meeresströmungen. Wenn diese der Küste entlang ziehen, so können sie die an dieser durch Brandung erzeugten oder durch Flüsse hinausgeschafften Sinkstoffe wegfegen. Auch in diesem Falle muss an der Küste ein geringmächtiges Schichtensystem entstehen; in der Gegend aber, in welcher die Strömung ihre Gewalt über die Sinkstoffe verliert, ein entsprechend mächtiges.

Aber auch noch durch eine dritte Ursache kann die obige allgemeine Regel verwischt werden. Wenn nämlich bei einer Ablagerung die Mächtigkeit bestimmt wird: beckeneinwärts durch Bohrungen,

---

[1] Trigonometrische Höhenbestimmungen. Ehingen, Laupheim, Riedlingen. 1877. S. 125—137.

nahe der Küste durch direkte Messungen am Ausgehenden. Das Ausgehende wird ausgelaugt und abgetragen; daher erscheint es nach Verlauf eines gewissen Zeitraumes in viel geringerer Mächtigkeit, als in welcher es ursprünglich abgelagert war. Es täuscht uns also! Dagegen das unter Bedeckung anderer Schichten Gehaltene bewahrt seine ursprüngliche Mächtigkeit. Auf solche Weise erklären sich die Unterschiede, welche ein und dieselbe Anhydritgruppe des Muschelkalkes zeigt, wenn man ihre Mächtigkeit im Ausgehenden oder durch Bohrungen feststellt. Auf z. T. wenigstens ähnliche Weise lässt es sich vielleicht auch erklären, dass der Untere Braun-Jura im Bohrloche zu Neuffen fast noch einmal so mächtig erbohrt worden ist, als er, nach Bestimmungen im Ausgehenden, sein soll[1].

Wenden wir nun das Ergebnis dieser Betrachtungen auf unseren vorliegenden Fall an, so zeigt sich, dass wir allein aus dem Ab- bezw. Zunehmen der Mächtigkeit eines Schichtensystems nach einer gewissen Richtung hin keine sicheren, unumstösslichen Schlüsse hinsichtlich der ehemaligen Lage des Festlandes bezw. der offenen See ziehen können; wir bedürfen dazu noch anderer Beobachtungen. Es lässt sich mithin nicht sicher entscheiden, ob das Auskeilen der Trias- und Juraschichten zum Schwarzwalde hin, wie Regelmann will, ein Zeichen dafür ist, dass hier das Festland lag, oder, wie ich geltend machte, dafür, dass es in dieser Richtung in die offene See hinausging.

Schlüsse, welche sich aus den Fremdgesteinen in unseren Tuffen auf die Alb ziehen lassen.

Aufbau der Alb zur Zeit der Ausbrüche im vulkanischen Gebiete. Relative Geschwindigkeit, mit welcher der NW.-Rand der Alb gegen SO. zurückweicht. Verhältnismässige Länge der Zeiträume, während welcher die Alb sich von dem Rheinthale an bis in ihre jetzige Linie zurückzog und während welcher sie schliesslich ganz verschwunden sein wird. Das Kreidesystem war in Württemberg niemals über dem Jura abgelagert. Das Steinkohlensystem fehlt in der Tiefe.

Wie ich bereits im vorhergehenden Abschnitte auf gewisse spätere Ergebnisse dieser Arbeit mich stützen musste, so sei es gestattet, auch hier zunächst noch einmal das durch die Untersuchung erst zu er-

[1] Vergl. später am Schlusse des Abschnittes: „Versuch einer Kritik über die auffallend starke Wärmezunahme im Bohrloch zu Neuffen. Prüfung des Bohrregisters."

langende, auf S. 2—9 bereits kurz geschilderte, Verhalten unseres vulkanischen Gebietes vorwegzunehmen:

Röhrenförmige Kanäle entstanden durch Gasexplosionen zu mittelmiocäner Zeit und füllten sich gleichzeitig ausser mit vulkanischer Asche auch noch mit zahllosen Stücken der durchbrochenen Gesteinsschichten. Gleichviel, ob diese Tuffgänge oben aus Weiss-Jura, im Vorlande aber aus Braun-Jura oder aus Lias oder gar aus Oberem Keuper (Scharnhausen No. 124) zu Tage treten, stets enthalten sie, neben Vertretern tieferer Schichten, massenhafte Weiss-Jurabrocken. Mithin muss sich, wie wir ja bereits folgerten, die Alb zur Zeit der Ausbrüche über dieses ganze vulkanische Gebiet bis in die Gegenden von Stuttgart hin ausgedehnt haben.

Bei einigen der am weitesten gegen N. vorgeschobenen Ausbruchspunkte fanden sich aber keine Bruchstücke höherer Weiss-Juraschichten, sondern nur solche von

Weiss-Jura α und β. Das ist der Fall bei Scharnhausen No. 124, Sulzhalde No. 117, Authmuthbölle No. 115, Kräuterbuckel bei Raidwangen No. 116. Es scheint also, dass damals in diesem nördlichsten Teile ein Teil der Alb sich befand, welcher nur noch aus Weiss-Jura α und β gebildet wurde; also dieselbe unterste Stufe der Alb (S. 9 Fig. a), welche ja auch heute vielfach am NW.-Rande derselben durch die in senkrechten Schnitten wirkende Abtragung bereits freigelegt ist. Dicht neben diesem Gebiete aber stand damals auch noch die zweite Stufe der Alb bis zu δ und ε hinauf an; denn wir finden den

Weiss-Jura α—δ und z. T. auch ε im Tuffe der folgenden Gänge: Kraftrain No. 76 δ und ε; Geigersbühl No. 113 δ und ε; Bettenhard bei Linsenhofen No. 96 δ und ε. Dagegen nur Weiss-Jura α—δ, nicht aber auch ε, fanden sich in folgenden Gängen: Bölle bei Reudern No. 90 und 91; Kräuterbühl No. 92; Käppele No. 88.

Es versteht sich von selbst, dass jeder neue Fund derartige Angaben umstossen kann; namentlich lege ich auf den Unterschied, ob nur Stücke bis δ oder auch solche von ε vorhanden sind, kein Gewicht, da die beiderseitigen Gesteine sich bisweilen schwer auseinander halten lassen. Wichtiger dagegen scheint das Nichtauffinden von γ, δ, ε in den oben genannten Punkten; um so mehr als auch schon Deffner darauf aufmerksam machte[1]. Wir werden daraus

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 29. No. 20.

wohl mit Recht den obigen Schluss ziehen dürfen. Trotzdem aber brauchen wir nicht als sichergestellt anzunehmen, dass höhere Weiss-Jurastufen nur im S., SO. und SW. von dieser α, β-Gegend anstanden. Es ist ebensowohl möglich, dass das auch direkt östlich und westlich neben derselben der Fall war; das lässt sich gar nicht entscheiden.

Ebensowenig richtig wäre es, wenn man daraus, dass Scharnhausen No. 124 der nördlichste Punkt ist, an welchem wir jetzt diese Reste der Alb zufällig nachweisen können[1], schliessen wollte, dass sich zur Zeit des Ausbruches bei Scharnhausen die Alb nur bis in jene Gegenden erstreckt haben könne. Erwiesen ist nur, dass sie sich damals mindestens bis in die Umgebung des heutigen Stuttgart ausgedehnt hat und dass der Ausbruch damals oben auf der dort befindlichen Alb stattfand. Ob sich aber die Alb nicht etwa noch weit über Stuttgart hinaus gegen Norden hin erstreckte oder ob sie in jener Zeit doch schon so weit nach Süden zurückgewichen war, dass in der Gegend von Stuttgart wirklich bereits ihr Nordrand lag — das bleibt durch diese Untersuchungen völlig unentschieden. Nur die Entdeckung eines neuen, noch weiter gegen Norden geschobenen Vulkanvorkommens könnte über diese Punkte Licht verbreiten.

Da sich nun nichts ganz Genaues über die Lage des Nordrandes der Alb zur Zeit jenes Vulkanausbruches ermitteln lässt, so können auch alle Betrachtungen über die Schnelligkeit, mit welcher der Nordrand gegen Süden zurückweicht, nur einen angenäherten Wert besitzen. Indessen ein mindestes Mass der Rückzugsschnelligkeit lässt sich doch mit ziemlicher Schärfe feststellen:

Bei Scharnhausen zwar kann man bezüglich der Zeit des Ausbruches nichts ermitteln. Ist derselbe aber, wie doch mehr als wahrscheinlich, gleichalterig mit den anderen 127 der Vulkangruppe von Urach, so hat er sich in der mittelmiocänen Zeit ereignet. Wir werden daher sagen dürfen:

Seit der mittelmiocänen Epoche ist der Nordrand der Alb mindestens von der Stuttgarter Gegend aus bis in die Linie zurückgewichen, welche er heute, vorübergehend, einnimmt.

Wiederum „mindestens“; denn falls er damals noch weit über

---

[1] Das Folgende ist im wesentlichen ein Wiederabdruck aus meiner Arbeit: Ein neuer Tertiär-Vulkan bei Stuttgart. Tübingen 1892. Universitäts-Programm S. 49—68.

Stuttgart gegen Norden hinaus reichte, so ist seine Rückzugsgeschwindigkeit natürlich eine entsprechend grössere gewesen.

Nun beträgt die ungefähre[1] Entfernung des Vulkanpunktes bei Scharnhausen von dem Nordrande der Alb, bis an die Weissjuralinie und senkrecht zum Streichen der Alb gemessen, etwa 23 km. Wir können daher mit Sicherheit behaupten:

Seit der mittelmiocänen Periode ist der Nordrand der Alb mindestens um ungefähr 23 km nach Süden zurückgewichen; d. h. ein 23 km breiter Streifen der Alb ist seit jener Zeit abgetragen worden.

Das aber giebt uns einen weiteren Anhaltspunkt zur Beurteilung der Länge der Zeit, welche höchstens noch verfliessen kann, bis der Nordrand der Alb gänzlich bis an den heutigen Südrand zurückgewichen, d. h. bis die ganze Alb vom Erdboden verschwunden sein wird. Die Breite der Alb, also die senkrechte Entfernung des Nordrandes vom Südrande der Weissjuralinie[2], beträgt ungefähr 38 km, das ist etwas mehr als $1^1/_2$ mal jene Strecke von 23 km. Mithin werden wir sagen dürfen[3]:

Die ganze Alb wird vom Erdboden verschwunden sein spätestens! nach Ablauf eines Zeitraumes, welcher etwas mehr als $1^1/_2$ mal so lang ist wie derjenige, welcher das Jetzt von der mittleren Miocänzeit trennt.

Aber auch umgekehrt, in längstvergangene Zeiten können wir zurückschliessen: Bei Langenbrücken, zwischen Schwarzwald und Odenwald, wurden durch O. Fraas und Deffner[4] mitten im triassischen Gebiete Reste der Juraformation nachgewiesen (S. 29). Diese liefern uns, wie Fraas und Deffner zuerst aussprachen[5], den Beweis, dass einstmals der schwäbische Jura bis dorthin sich erstreckte, vermutlich aber auch noch über die Gegend von Langenbrücken hinaus zusammenhing mit den Juraablagerungen im Rheinthale und so vielleicht auch in Frankreich. Dieser Jura von Langenbrücken ist in gerader Linie von Scharnhausen 67 km weit entfernt. Das ist nur 6 km mehr, als Scharnhausen vom Südrande der Alb

---

[1] Natürlich „ungefähr“, da ja der Nordrand aus- und einspringende Winkel bildet. Es ist hier ein Mittel genommen.

[2] Zwischen der oberen Weiss-Jura-Kante im Norden und im Süden gemessen.

[3] Zu allen Zeiten gleiche Rückzugs-Geschwindigkeiten vorausgesetzt.

[4] Die Juraversenkung von Langenbrücken. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1859. S. 1.

[5] Ebenda. S. 526.

entfernt liegt; und nur $2^9/_{10}$ mal, oder rund noch nicht 3 mal so viel, als die Entfernung Scharnhausens von dem heutigen Nordrande der Alb[1] beträgt. Wiederum werden wir daher schliessen dürfen:

Das Zurückweichen des Nordrandes der Alb von Langenbrücken bis nach Scharnhausen ist erfolgt in einem Zeitraum, der höchstens 3 mal so lang gewesen sein kann wie derjenige, welcher die mittlere Miocänzeit von dem Jetzt trennt.

Alle diese im Vorhergehenden angegebenen Zeiträume können, stets gleiche Rückzugsgeschwindigkeit vorausgesetzt, nicht grösser sein als angegeben, sondern nur kleiner. Letzteres in dem Falle, dass zur Zeit des Ausbruches der Nordrand der Alb nicht bei Scharnhausen, sondern noch weiter nördlich lag; wodurch ja die Rückzugsgeschwindigkeit sich als eine grössere ergeben würde.

Die beiliegende Karte (Taf. VI) mit ihren 5 querüber laufenden Linien ist bestimmt, diese Verhältnisse zu erläutern und zu zeigen, wo sich jeweilig der Nordrand der Alb befunden hat; natürlich wieder zu allen Zeiten gleiche Rückzugsgeschwindigkeit vorausgesetzt.

Linie 1 giebt uns den heutigen durchschnittlichen Verlauf der Weiss-Jurakante am Nordrande der Alb.

Linie 2, welche durch Scharnhausen, Schorndorf, Horb, Oberndorf, St. Blasien geht, zeigt den südlichsten Verlauf des Nordrandes zur Zeit der Eruption; noch weiter südlich kann derselbe damals nicht gelegen haben, sondern höchstens weiter nördlich. Die Linie fällt bereits weit hinein in den Schwarzwald! Wir dürfen also schliessen:

Wenn je der schwäbische Jura auch über dem Gebiete des heutigen Schwarzwaldes abgelagert war, so hat er zur Zeit des Ausbruches bei Scharnhausen noch weit hinein in denselben, mindestens bis zu dem jetzigen St. Blasien hin gereicht. Ich sage aber „wenn"; denn dass er das wirklich gethan hat, das ist ja nicht sicher bewiesen. Die Gründe, welche für eine solche Möglichkeit sprechen, sind im vorigen Kapitel dargelegt worden.

Der Abstand der Linien 1 und 2 drückt selbstredend aus die hier gewählte Zeiteinheit: den Zeitraum von der mittelmiocänen Zeit bis zum Jetzt.

Die Linien 3, 4, 5 sind in diesem selben Abstande von ein-

---

[1] Weiss-Jura-Kante.

ander gezogen. Sie zeigen den jedesmaligen Verlauf der Weiss-Jurakante des Nordrandes der Alb in immer älteren Zeiten; und zwar in Zwischenräumen, welche dem 1-, 2- und 3fachen der Zeiteinheit entsprechen.

Es verläuft Linie 3 ungefähr über Kirchberg, Marbach, Ludwigsburg, Wolfach, östlich Freiburg i. B.

Linie 4 geht etwa über Niederstetten, Heilbronn, Maulbronn und dann bereits am W.-Abhange des Schwarzwaldes und ins Rheinthal hinein, über die Hornisgrinde und den Kaiserstuhl.

Linie 5, welche die Juraversenkung bei Langenbrücken schneidet, greift weit über das Rheinthal bis auf das linke Rheinufer hinüber, nördlich von Karlsruhe und Strassburg[1].

Die durch den jedesmaligen Abstand je zweier dieser 5 Linien ausgedrückte Zeiteinheit ist der Zeitraum, welcher die mittelmiocäne Epoche von dem Heute trennt. Die absolute Länge dieser Zeit ist uns verborgen; aber wir sind doch im stande, uns auf die folgende Weise wenigstens eine **dunkle** Vorstellung davon zu machen, um was für Zeiträume es sich dabei handeln könnte.

Der Nordrand der Alb weicht aus denselben Gründen gegen Süden zurück, aus welchen der Niagarafall rückwärts schreitet; denn auch in dem Gebiete des letzteren finden wir einen Schichtenbau, bestehend oben aus harten, unten aus weichen Schichten. Durch die Gewalt des niederstürzenden Wassers werden die weichen Gesteine unten ausgehöhlt und dadurch die oberen harten unterwaschen, bis sie endlich hinabstürzen. Der Niagarafall schreitet, wie angegeben zu werden pflegt, auf solche Weise jährlich um etwa $^1/_5$ m zurück.

Genau durch denselben Wechsel zwischen den unteren weichen und den oberen harten Gesteinen wird das Rückwärtsschreiten des Nordabhanges der Alb verursacht. Angenommen nun dieses erfolgte ebenso schnell wie dasjenige des Niagarafalles, so würde, da die Entfernung des Nordrandes der Alb von Scharnhausen 23 km beträgt, diese Strecke in 69 000 Jahren zurückgelegt worden sein. Das Heute würde also in diesem Falle von dem Mittelmiocän 69 000 Jahre entfernt liegen.

Nun ist es aber klar, dass der Niagarafall, bei welchem das

[1] Es versteht sich doch wohl von selbst, dass diese Linien nur mit einem gewissen Masse von Wahrscheinlichkeit zeigen sollen, wie der Verlauf des Nordrandes gewesen sein **mag** und dass sie nicht angeben sollen, dass er so gewesen sein **muss**.



Gestein durch die Gewalt der unablässig niederstürzenden Wassermassen zusammenbricht, ganz unvergleichlich viel schneller rückwärts schreiten muss als der Nordabhang der Alb, welcher nur infolge der sanft fallenden atmosphärischen Niederschläge zusammenbricht [1]. Es muss also auch der Zeitraum, während welchem der Nordrand der Alb um 23 km gegen Süden zurückwich, ganz unvergleichlich viel länger gedauert haben als 69 000 Jahre.

Über diese Erkenntnis hinaus ist alles Weitere aber nur beliebige Vermutung. Man kann sich ein zehnmal langsameres Rückwärtsschreiten als beim Niagarafalle denken, wobei dann jener Zeitraum 690 000 Jahre betragen würde. Es ist auch sicher mehr als wahrscheinlich, dass ein solcher Zeitraum der Wahrheit viel näher kommen würde, als jener von nur 69 000 Jahren. Aber, wie gesagt, es könnte sich nur um unsicheres Herumtasten handeln, wenn man Zahlen angeben wollte. Ich hebe letzteres durch gesperrten Druck hervor, da derselbe, früher bereits von mir genau ebenso bedingungsweise gemachte Ausspruch von anderen so ausgelegt worden ist, als habe ich eine sichere Angabe gemacht.

Dieselbe Art der Schlussfolgerung, welche wir auf die bisher behandelten Fragen angewendet haben, wird sich nun auch auf die folgende Frage übertragen lassen:

Die jüngsten Schichten des Jura und das ganze Kreidesystem fehlen bekanntlich heute in Württemberg. Nun entsteht die Frage: Sind alle diese Schichten, den Weissen Jura überlagernd, einst vorhanden gewesen und später erst wieder fortgewaschen worden? Oder sind sie überhaupt nie zur Ablagerung gelangt?

Bereits DEFFNER [2] kam auf Grund seiner Berechnungen über die Mächtigkeit der Gesteinsschichten, welche in etwa 500 000 Jahren abgetragen werden können, zu dem Schlusse, dass auf der Alb möglicherweise einst noch Schichten jüngerer Formationen abgelagert gewesen sein könnten. Später schloss er allerdings aus dem Fehlen von Kreidegesteinen in den Tuffen, dass diese Formation auf der Alb nicht abgelagert worden sei [3].

---

[1] Allerdings die in den Nordrand eingeschnittenen Flussthäler eilen diesem langsamen Rückwärtsschreiten voran, indem hier die Gewalt des bergab strömenden Wassers die Alb schneller zum Zusammenbruche veranlasst, als das an den übrigen Stellen der Fall ist.

[2] Die Lagerungsverhältnisse zwischen Schönbuch und Schurwald. Diese Jahresh. 1861. S. 202.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim.

Auch O. FRAAS ist der Ansicht, dass das Kreidesystem einst in Württemberg vorhanden gewesen und später wieder weggewaschen worden sei, einmal näher getreten[1]. Spätere Erwägungen aber haben, wie ich einer schriftlichen Äusserung des verehrten Forschers entnehmen darf, denselben schon seit längerer Zeit zu einer gegenteiligen Auffassung gebracht.

Da nun aber diese älteren Anschauungen sich auf einen sehr einleuchtenden Grund stützten und da ich zugleich den ganz direkten Beweis erbringen zu können glaube, dass trotz dieses scheinbar zwingenden Grundes die jüngsten Juraablagerungen und die Kreide niemals auf der Alb abgelagert gewesen sein können, so möchte ich doch diese Frage im folgenden einer Besprechung unterziehen:

Nehmen wir einmal an, dass Württemberg bereits zur Zeit der jüngsten Juraschichten[2] trocken gelegt wurde, so dass also letztere und das ganze Kreidesystem gar nicht mehr zur Ablagerung kamen. In diesem Falle müssen die abtragenden Kräfte, die Denudation, bereits seit Ende der Juraperiode, also seit sehr, sehr langer Zeit oben auf der Alb gewirkt haben. Mit Recht werden wir daher gegenüber solcher Annahme die Fragen aufwerfen müssen: „Was ist denn nun während dieses gewaltig langen Zeitraumes oben auf der Alb abgetragen worden? Noch heute werden dort die obersten Schichten durch den Weissen Jura ε und ζ gebildet; und auch damals bereits sollen dies die obersten Schichten gewesen sein?" Damit werden wir geradenwegs zu der Antwort gedrängt, dass während dieser ungeheuren Zeiträume von der Höhe der Alb so gut wie gar nichts abgetragen worden sei. Diese Antwort aber klingt durchaus unwahrscheinlich; denn wir wissen ja, dass allerorten auf Erden in einem solchen Zeitraume mächtige Schichtenreihen spurlos weggewaschen werden. Es wird daher viel wahrscheinlicher sein, dass, da heute auf der Höhe der Alb Weisser Jura ε und ζ die obersten Schichten bilden, einst über ihnen noch das ganze Kreidesystem abgelagert war und dass dieses erst im Laufe der Zeiten der Denudation zum Opfer gefallen ist. Trotz dieser Wahrscheinlichkeit aber haben wir, so scheint mir, den sicheren Beweis dafür, dass die Kreide dort oben nie gelegen haben kann.

Offenbar ist das Mass der Abtragung an verschiedenen Orten der Erde innerhalb einer und derselben Zeit ein sehr verschieden

[1] Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. 1882. S. 140.

[2] Jünger als ζ des Weissen Jura.

grosses. Abgesehen von der grösseren oder geringeren Widerstandsfähigkeit der Gesteine, welche hierbei eine sehr grosse Rolle spielt, kommt auch die Erhebung über den Meeresspiegel, oder allgemeiner ausgedrückt, das Klima in Betracht. In einer und derselben Zeit und unter demselben Breitengrade wird dieselbe Gesteinsreihe, welche in niedriger Höhenlage nur wenig abgetragen ist, in bedeutender Höhe über dem Meeresspiegel bereits verschwunden sein; denn hier, im hohen Gebirge, sind die zerstörenden Kräfte, die atmosphärischen Niederschläge und der Frost, viel bedeutendere, wie das von NEUMAYR weiter ausgeführt worden ist[1]. Bei derselben Meereshöhe im Gebirge wird aber weiter auch noch die Lage des Gebirgsabhanges von grossem Einflusse auf die Schnelligkeit der Abtragung sein können. Ein Abhang, wie z. B. der südliche des Himalaja, gegen welchen jährlich während vieler Monate feuchte Monsunwinde anprallen, wird infolge der hier grossen Niederschlagsmengen viel schneller erodiert werden, als der entgegengesetzte, im Beispiele nördliche, an welchem die so ihres Feuchtigkeitsgehaltes beraubten Winde im trockenen Zustande herniedersteigen.

Nun trifft es zu, dass die Weiss-Jurakalke recht hart sind. Es trifft auch zu, dass die Alb in keine grosse Meereshöhe aufragt, dass also auch die Niederschlagsmenge auf der Alb eine viel geringere ist, als z. B. auf dem Schwarzwald und den Alpen[2].

Indessen eine so überzeugende Kraft besitzen diese Verhältnisse doch nicht, um die Annahme einleuchtend zu machen, dass seit dem Ende der jurassischen Zeit oben von der Höhe der Alb kaum Nennenswertes abgetragen sein sollte.

Allein es giebt andere Gründe, welche überzeugender wirken. Schon NEUMAYR[3] hebt hervor, wie das Auftreten von Korallenriffen im oberen schwäbischen Jura dafür spreche, dass das Jurameer um diese Zeit bereits flach geworden sei. Die Riffkorallentiere leben bekanntlich nur bis hinab zu einer, 20 Faden nicht übersteigenden Tiefe unter dem Meeresspiegel; und da nun die jurassischen ε-Riffe der Alb sich zu keiner sehr grossen Höhe über der δ-Fläche erheben, so kann das Meer an den betreffenden Stellen auch nicht tiefer gewesen sein als diese Höhe der Riffe + 20 Faden. Diese geringe

[1] Erdgeschichte I. S. 144.

[2] Die Regenhöhe beträgt auf der Alb bei Heidenheim 712 mm; bei Schopfloch als Maximum 1115 mm. Dagegen auf dem Schwarzwald bei Freudenstadt 1661 mm. Das Königreich Württemberg I. S. 237.

[3] Erdgeschichte II. S. 317 u. 318.

Tiefe des Meeres zur Zeit des oberen Jura aber deutet darauf hin, dass dasselbe sich in jener Zeit bereits zum Rückzuge aus dem heutigen Schwaben anschickte, so dass letzteres zur Kreidezeit dann trocken lag.

Ich möchte indessen doch sehr viel weniger Gewicht auf das bisher Erwähnte legen als auf zwei andere Gründe.

Einmal nämlich sehen wir in unzweideutigster Weise, dass noch heute die Alb nicht schichtenweise von oben nach unten, sondern dass sie von vorn nach hinten abgetragen wird (S. 20—27); also wie ein flacher Kuchen, welcher nicht durch horizontal erfolgendes, schichtenweises Wegschneiden immer niedriger, sondern durch senkrechtes Abschneiden von Stücken immer kleiner an Umfang wird, aber bis zum letzten Reste hin doch stets gleiche Höhe behält. In ganz gleicher Weise wirkt die Denudation bei der Alb, nur dass hier allerdings auch die Höhe im Laufe langer Zeiten immerhin um ein Geringes abgenommen haben wird.

Wenn wir daher durch die Annahme, dass die Alb bereits seit der jüngsten Jurazeit trocken gelegen hätte, zu der so wunderbar klingenden Folgerung gedrängt wurden, dass dann ja während der langen Zeiträume nur eine sehr geringe Abtragung der Höhe der Alb stattgefunden hätte, so ergiebt sich, dass diese Folgerung in der That das Richtige trifft. Daraus folgt indessen durchaus nicht, dass gar keine Denudation stattgefunden habe. Im Gegenteil; seit jener Zeit sind ja, wie wir sahen, mächtige Strecken der Alb spurlos verschwunden. Aber die Denudation hat eben in senkrechter Richtung, nicht in horizontaler gewirkt. So bleibt es allerdings richtig, dass seit jener Zeit von der Höhe der Alb wenig abgetragen wurde, dagegen von der horizontalen Ausdehnung verlor sie sehr viel.

Doch noch durch eine zweite Thatsache wird das einstige Fehlen der Kreideschichten auf der Alb bewiesen. Wiederum sind es nämlich die Vulkane der Alb, welche auch in diesem Falle die Beweise in ihrem Schlunde dafür zu haben scheinen, dass jüngere Juraschichten, als die auf der Alb vorkommenden, und dass Kreideschichten hier niemals abgelagert sein können. Eine jede der von den vulkanischen Massen durchbrochenen Formationen hat uns gewissermassen ein Erinnerungszeichen, ein Andenken in dem Vulkanschlunde hinterlassen, und zwar in Gestalt von ihr angehörigen Gesteinsbruchstücken.

Wie wir nun aus dem Vorhandensein von Braun- und Weiss-Jurastücken im Schlunde unserer Ausbruchskanäle mit vollster Sicher-

heit darauf schliessen können, dass diese Schichten dort einst vorhanden waren; wie wir umgekehrt aus dem, am Schlusse dieses Abschnittes zu besprechenden, überall auf der Alb bemerkbaren Fehlen carbonischer Gesteinsstücke auf das Fehlen des Steinkohlensystems in der Tiefe schliessen können — so können wir auch daraus, dass weder in den Tuffen der Gruppe von Urach, noch im Ries, noch im Höhgau, noch in der Uracher Gruppe jemals ein Bruchstück jüngstjurassischer und cretaceischer Gesteine in den Tuffen beobachtet worden ist, mit Sicherheit darauf schliessen, dass an allen den genannten Orten — mindestens seit der mittelmiocänen, der Ausbruchszeit — keine Ablagerungen des jüngsten Jura und des Kreidesystems vorhanden gewesen sind.

Man wird hiergegen nicht etwa einwenden dürfen, dass diese Kreidebrocken jetzt eben bereits verschwunden seien, weil sie nur in dem oberen, nun längst abgetragenen Teile der Tuffmassen gesteckt hätten. Das ist nicht recht stichhaltig; denn wie tief solche Brocken in den Schlund hinabfallen, sehen wir ja bei Scharnhausen, dessen Tuff jetzt aus Oberem Keuper herausschaut, während doch Brocken der ganzen fortgewaschenen Gesteinsreihe bis in den Weissen Jura hinauf noch in ihm stecken. So müssten also auch jetzt noch, wenigstens hier und da, Kreidebrocken in den Tuffen der Alb sitzen, wenn sie überhaupt damals vorhanden gewesen wären.

Aber noch eine zweite Einwendung kann man machen. Man wird zugeben, dass zwar zur Zeit der vulkanischen Ausbrüche die jüngsten Juraschichten und das Kreidesystem nicht mehr auf der Alb vorhanden waren; dass sie aber doch in früherer Zeit dort oben angestanden hätten und den abtragenden Kräften bereits zum Opfer gefallen wären, bevor jene Ausbrüche sich ereigneten.

Auch diese zweite Einwendung scheint mir unstatthaft, da sie zu einem höchst auffallenden Widerspruche führen würde. Nehmen wir nämlich an, dass das Kreidesystem früher über dem Weissen Jura abgelagert war, dann müsste von Ende der Kreide-, das ist von Anfang der Tertiärzeit, bis zur mittelmiocänen Periode dieser ganze mächtige cretaceische und jüngstjurassische Schichtenkomplex bis auf den Weissen Jura ζ hinab weggewaschen worden sein. Mit vollstem Rechte aber würden wir in solchem Falle auch erwarten dürfen, dass von der mittelmiocänen Epoche bis zum heutigen Tage ein entsprechend mächtiger weiterer Schichtenkomplex abgetragen werden musste: das ganze Jurasystem müsste dann weggewaschen worden sein.

Da nun aber dieses Jurasystem jetzt noch fast so vollzählig vorhanden ist, wie zur Zeit der Ausbrüche, so werden wir weiter mit Sicherheit schliessen dürfen:

Dass auch vor der mittleren Miocänzeit, also überhaupt niemals, das Kreidesystem auf dem Gebiete der heutigen Alb vorhanden gewesen ist.

Ist das nun aber richtig, so haben die vulkanischen Massen von Urach auch ganz im allgemeinen für die Geologie den Beweis geliefert:

Dass bei geeigneter Gesteinsbeschaffenheit, nämlich harter oben und weicher unten, sowie bei horizontaler Lagerung eine horizontal wirkende, also die Höhe vermindernde Denudation so geringfügig zu werden vermag, dass sie selbst in so gewaltigen Zeiträumen recht wirkungslos bleibt.

Allerdings pflegt man aus den Schuttmassen, welche die Flüsse mit sich führen, das Mass der jährlichen Abtragung der Höhe der Gebirge zu berechnen. So kommt denn auch, auf Grund bestimmter Zahlenangaben, DEFFNER[1] dahin, dass zur Abtragung einer Schichte von 300 Fuss Mächtigkeit nötig sind:

im Stromgebiete des Neckar 500000 Jahre,
" " " Ganges 540000 "

Hierbei sind nur die mechanisch fortgeführten, nicht auch die chemisch gelösten Stoffe berücksichtigt, weil letztere je nach der Gesteinsart eine sehr wechselnde Grösse bilden. In dem Sonderfalle des Neckar würde in 500000 Jahren, bei Mitberücksichtigung der chemisch gelösten Stoffe, eine um $^1/_{10}$ dickere Schicht fortgeführt werden, also anstatt jener 300 Fuss deren 333.

Indessen ist es eben, wie wir ja sahen, nicht in allen Fällen nötig, dass die vom Flusse dem Gebirge entführte Schuttmasse die Höhe des gesamten Quellgebietes des Flusses in ziemlich gleichmässiger Weise um einen entsprechenden Betrag erniedrigen muss. Wenn nämlich Plateaubildung, horizontale Lagerung und harte Gesteine an der Oberfläche des Plateaus vorhanden sind, dann wird die durch die Flüsse fortgeführte Schuttmasse wesentlich nur dem Inhalt des Thalraumes entsprechen. Die Thäler werden mehr und mehr ausgefurcht und vergrössert, die Thalgehänge liefern ihren

---

[1] Die Lagerungsverhältnisse zwischen Schönbuch und Schurwald. Diese Jahresh. 1861. S. 198 ff.

Beitrag zu dem Schutt. Dadurch wird das Plateau mehr und mehr an räumlicher, seitlicher Ausdehnung beschränkt, aber es verliert nur wenig, und auch dies nur sehr langsam, von seiner Höhe. Dass dem so sein kann, davon liefert uns eben die Alb den Beweis.

Zwar wird man abermals dagegen das Folgende geltend machen können: Die Oberfläche der Alb türmt sich an vielen Stellen in 2—3 Stufen übereinander auf. Die unterste Stufe wird gebildet durch den Weissen Jura α und β, dergestalt, dass β die erste Platte bildet. Die zweite durch γ und δ; die dritte, kleinste durch ε und ζ. Nun kann man mit Sicherheit sagen, dass diese drei Stufen, da wo sie vorhanden sind, nichts Ursprüngliches, sondern bereits eine Denudationsform sind. Dergestalt, dass sich auf der jetzt durch den Weissen Jura β gebildeten Ebene in früherer Zeit direkt die höheren Weissjurastufen γ und δ erhoben[1]. Ist das richtig, dann hat durch deren Abtragung allerdings die Alb an gewissen Stellen ein entsprechendes Mass von Höhe eingebüsst. Aber diese Art der Abtragung ist eben doch keineswegs etwa eine wagerecht, Schicht für Schicht abtragende, sondern genau dieselbe senkrecht wirkende, durch welche die ganze Alb allmählich abrasiert wird; wie sich das in dem schematischen Profil a auf S. 9 deutlich ausspricht.

Wie wir auf solche Weise die Vulkane der Alb zu Zeugen dafür anrufen können, dass einst cretaceische Schichten dort nicht vorhanden waren, so können wir auch ihr Zeugnis verwerten zur Entscheidung der Frage, ob in der Tiefe etwa schon an verschiedenen Stellen des Landes das leider vergeblich gesuchte Steinkohlensystem lagert. Es gleichen ja die zahlreichen vulkanischen Vorkommnisse der Alb ebensovielen Bohrlöchern, welche die Natur kostenlos für den Staat niedergebracht hat. Am NO.-Ende der schwäbischen Alb, im Ries; am SW.-Ende derselben, im Hegau; in der Mitte der Alb, bei Urach — in allen drei Gegenden förderten uns diese von der Natur gestossenen Bohrlöcher teils Gneiss und Granit, teils rotliegende, triadische und jurassische Gesteine zu Tage. Nicht der leiseste Rest aber eines Gesteines wurde bisher in ihnen gefunden, welches uns die Anwesenheit carbonischen Schichten in der Tiefe angedeutet hätte. Heute würde es unter solchen Umständen des, freilich schon vor langer Zeit gestossenen, Bohrloches auf Steinkohlen bei Neuffen nicht mehr bedurft haben: Wären wirklich Glieder des

[1] Im allgemeinen wenigstens; denn Korallenbauten natürlich dehnen sich nicht notwendig als zusammenhängende Schicht über so weite Strecken hin aus, wie das z. B. β thut.

Carbonsystems in der Tiefe der dortigen Gegend entwickelt, wohl würden an irgend einer der zahlreichen vulkanischen Ausbruchsstellen der Alb irgendwelche Gesteinsstücke des Carbon herausgeschleudert worden sein; da ja doch vielfach solche Gesteine dort zu Tage gefördert wurden, welche bei normaler Schichtenfolge unter dem Carbon liegen, Granit und Gneiss.

Wir dürfen daher auch den letzten Schluss ziehen:

Das Steinkohlensystem ist in den Albgegenden bis an den Neckar hin in der Tiefe nicht vorhanden.

Das unterirdische Gebiet der schwäbischen Alb.

Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten den oberirdischen Teil des Gebietes besprochen, auf welchem sich die vulkanischen Erscheinungen Schwabens abspielten. Nun wollen wir einen Blick auf den in der Tiefe verborgenen Teil desselben werfen, soweit uns das die gegenwärtige Erkenntnis gestattet.

In den vulkanischen Gebieten des Hegau, des Ries und, wie wir sehen werden, auch in demjenigen von Urach ist durch die Vulkanausbrüche eine zahllose Menge von Bruchstücken der durchbohrten Gesteinsschichten zu Tage gefördert worden. Aus der Natur dieser, bezw. aus ihrem Nichtvorkommen, können wir wohl mit gutem Grunde auf die in der Tiefe vorhandenen und fehlenden Schichten der ganzen Formationsreihe schliessen.

Das Untergrundsbild, welches an diesen drei Gebieten die Natur zu unserer Kenntnis gebracht hat, erfährt eine Erweiterung durch das weit im Norden der Alb, im Unterlande gestossene Bohrloch von Ingelfingen am Kocher. Mit Hilfe der dort gewonnenen Aufschlüsse können wir uns nun von einem grösseren Teile unseres Landes eine Vorstellung über die in der Tiefe herrschenden Verhältnisse machen. Leider reicht das im Süden der Alb bei Ochsenhausen niedergebrachte (S. 15—16) Bohrloch nicht weit genug hinab, um auch hier Anhaltspunkte zu gewähren.

In dem Bohrloch bei Ingelfingen am Kocher[1] hat man unter dem Buntsandstein in 407 m Tiefe den 27 m mächtigen Zechstein und das 292 m mächtige Rotliegende durchbohrt. Dann kam man mit 726 m Tiefe in Schieferschichten, welche mit Kalksteinlagen wechselten und dem Culm oder Devon angehören mögen.

[1] O. Fraas, Vergleichendes Schichtenprofil in den Bohrlöchern Dürrmenz-Mühlacker und Ingelfingen. Diese Jahresh. 1859. S. 326—345.

Mit 815 m Tiefe wurde in diesen das Bohren aufgegeben. Dass man bei weiterer Fortsetzung schliesslich den Gneiss und Granit erreicht haben würde, ist ja selbstverständlich; es frägt sich nur, ob auch silurische Schichten und solche des Glimmerschiefers dort in der Tiefe anstehen.

In gerader Richtung ist dieser Punkt nur 73 km von dem südöstlich gelegenen vulkanischen Rieskessel entfernt. Hier fehlt aber, wie wir aus dem Auftreten bezw. Fehlen der betreffenden Gesteine in den Tuffen schliessen können, über dem Gneiss und Granit bereits die ganze Schichtenreihe von jenen Culm- oder Devonschiefern an, durch das Rotliegende und Zechstein, die ganze Untere und Mittlere Trias bis hin zum Keuper; dieser liegt dort also wohl direkt auf Granit und Gneiss und über ihm folgen die Schichten der Juraformation. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Granit des Ries von den ältesten Zeiten an bis gegen die Keuperepoche hin sich in Gestalt einer Insel oder eines Festlandes über den Spiegel des Meeres erhob; und möglich, dass diese in direktem Zusammenhange standen mit dem uralten Granitfestlande Böhmens, dessen westlichste Ecke im bayrischen Walde nur 122 km von Nördlingen im Ries entfernt liegt. Erst von der Zeit des Keupers an versank diese Granitmasse mehr und mehr, bis sie schliesslich im Ries durch den vulkanischen Ausbruch wieder an die Oberfläche geführt wurde[1].

Gehen wir nun von Ingelfingen aus ebenfalls etwa 73 km weit nach Süden, so stossen wir auf das zweite vulkanische Gebiet, dasjenige der Gruppe von Urach. Auch hier können wir aus dem Vorkommen bezw. Fehlen der durchbrochenen Gesteine in den zahlreichen Tuffmassen den Aufbau des Untergrundes erkennen. Wie im Ries erscheinen als Ältestes zahlreiche altkrystalline Massengesteine, wesentlich pinitführende Granite; ganz vereinzelt auch ein Diorit. Sodann, jedoch sehr viel seltener, Gneiss. Bemerkenswert ist hierbei, dass das ganz dieselben Gneissvarietäten sind, wie sie im Ries in der Tiefe anstehen[2]. Über diesem Urgebirge fehlen jedenfalls ebenso wie im Ries Silur, Devon und Carbon. Dagegen finden sich nach DEFFNER's Zeugnis Stücke des Rotliegenden und des Buntsandsteins. Es wird daher das Urgebirge hier in der Tiefe

---

[1] v. Dechen, Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. Bonn. 1880. Jahrg. 37. S. 37—39. — Gümbel, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel 1891. S. 197 pp. — O. Fraas und Deffner, Begleitworte zu Blatt Bopfingen und Ellenberg. S. 9 pp.

[2] Gümbel, l. c. S. 209.

von dem Permischen System überlagert. Auf dieses folgt das unterste Glied der Trias, der Buntsandstein. Anders ist es mit dem Muschelkalk. Nur zwei vereinzelte Funde desselben sind bisher aus den Tuffen zu verzeichnen. An der Sulzhalde und am Kräuterbuckel, südwestlich von Raidwangen. Beide Punkte liegen, bei Absehen von dem nördlichsten Vorposten Scharnhausen, ganz im Norden unseres Vulkangebietes. Wir können daher wohl annehmen, dass der im Norden zu Tage anstehende Muschelkalk hier ganz nahe dem rechten Neckarufer seine südlichste Grenze findet und unter dem ganzen übrigen Vulkangebiete in der Tiefe nicht mehr ansteht; wie er denn auch weiter gegen Nordosten, unter dem Ries, ebenfalls fehlt.

Dagegen sind nun die Thone und Sandsteine des Keupers, sowie die verschiedenen Schichten des Lias, des Braunen und Weissen Jura in den Tuffen vertreten; ganz wie im Ries der Fall.

Endlich tritt uns, 172 km von Ingelfingen in südwestlicher Richtung entfernt, das dritte vulkanische Gebiet im Hegau entgegen. Auch dieses verrät durch die seinen Tuffen beigemengten durchbrochenen Gesteine die Natur dieser letzteren. Allein hier fehlen leider bisher genauere Aufsammlungen, welche gerade die von tiefer liegenden Schichten stammenden und selteneren Auswürflinge festgestellt hätten. Die verschiedenen Schichten der Juraformation, sowie Gneiss und Granit sind sichergestellt. Aber das Zwischenliegende ist unsicher. Auch von Fritsch führt vom Hegau nur auf: Granit, Gneiss, Jurakalk, Sandstein (z. T. quarzitisch, jurassisch oder triassisch?), Molasse[1]. Da der Sandstein zum Teil quarzitisch ist, so wird er vermutlich triassischen Alters sein. Bei der Nähe dieser Schichten im Schwarzwalde ist das Vorkommen derselben in der Tiefe eigentlich selbstverständlich. Über tiefere Ablagerungen aber können wir nichts aussagen.

Fassen wir nun das Gesagte in Form einer vergleichenden Tabelle zusammen, so lehren uns unsere Vulkangebiete im Hegau, bei Urach, im Ries, sowie das Bohrloch zu Ingelfingen, einen Aufbau des unterirdischen Schwabens kennen, wie er sich in dem untenstehenden Profile kundgiebt. Aus demselben ergiebt sich, wie das altkrystalline Gestein unter der Gegend des Ries ein Gebirge bildet, wie sich dasselbe

[1] Notizen über geologische Verhältnisse im Hegau. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1865. S. 668—670.



sowohl nach NW. hin unter der Gegend von Ingelfingen, als auch nach SW. hin unter der Gegend von Urach abdacht bezw. erniedrigt, und wie dasselbe endlich noch weiter gegen SW. unter der Gegend des Hegau sich entweder wohl ebenso verhält wie bei Urach oder noch weiter abdacht, falls etwa noch ältere Schichten zwischen Trias und Gneiss liegen sollten.

NW. ← → SW.

Ingelfingen	Ries	Urach	Hegau
	Weisser Jura		
	Brauner Jura		
	Lias		
	Keuper		vermutlich
Buntsandstein	Granit und Gneiss	Muschelkalk / Buntsandstein	vermutlich
Zechstein / Rotliegendes		Rotliegendes	?
Carbon oder Devon		Granit und Greiss	?
Granit und Gneiss			Granit und Gneiss

Einige in neuerer Zeit beobachtete Veränderungen der Höhenlage in unserem vulkanischen Gebiete.

Im Anschluss an die vorhergehende Betrachtung der Alb, als des Gebirges, in welchem die zu besprechenden vulkanischen Erscheinungen sich vollzogen, möchte ich noch aufmerksam machen auf einige Veränderungen der Höhenlage, welche in diesem Gebiete seit dem vorigen Jahrhundert beobachtet wurden, wenn sie auch mit vulkanischen Kräften in keinerlei Beziehung stehen.

Die im Gebiete des Weiss-Jura stattgefundenen Erdfälle sind im Kalkgebirge eine zu häufige Erscheinung, als dass dieselben hier aufgeführt zu werden verdienten. Wohl aber möchte ich den folgenden Einsturz erwähnen, weil er sich im Liasgebiete vollzog.

Chr. Fr. Sattler[1] berichtet nämlich über einen Erdfall, welcher sich zwischen der Stadt Kirchheim u. T. und dem Dorfe Ötlingen, neben der Poststrasse, infolge eines Erdbebens gebildet hat. Als dieses am 18. Mai 1737, nachts 12 Uhr, erfolgte, versank auf der

[1] Topographische Geschichte des Herzogthum's Würtemberg. Stuttgart 1784. S. 387.

Mitte des „Laienberges“ ein mit Reben bepflanzter Platz, und zwar am oberen Ende 30, am unteren 6 Fuss tief, so dass hier ein schlammiger Pfuhl entstand. Gleichzeitig wurde auf den unten am Berge gelegenen Wiesen, welche „Vorlaien“ genannt werden, ein 60 Schritte langes und 30 breites Stück Feld, mit vielen Bäumen bestanden, in die Höhe getrieben, so dass es nun einen bis 18 Fuss hohen Hügel bildete.

Die Poststrasse zwischen beiden Orten verläuft durch die breite Weitung des Lauterthales, welches mit Lehm und Schottermassen zugedeckt ist, die auf Unterem Lias aufliegen, welcher auch die Thalgehänge bildet. Dieser wird hier wiederum vom Keuper unterlagert. Es handelt sich also wesentlich um thonige Schichten; denn ob unter dem Keuper in dieser Gegend noch Muschelkalk liegt, ist, da letzteres fast überall in unseren Tuffen fehlt[1], doch fraglich. Aber selbst wenn hier noch Muschelkalk in der Tiefe läge, so ist das doch in ziemlich ansehnlicher Tiefe der Fall; und unser Muschelkalkgebiet ist zudem gar nicht durch solche Erdfälle ausgezeichnet wie dasjenige des Weiss-Jura. Und doch möchte man bei einem räumlich so wenig ausgedehnten Senkungsgebiete eher an Auslaugung von Schichten als an Spaltenbildung denken.

Weiter berichtet dann Sattler[2] nach dem Stadtphysikus Mohr in Göppingen über eine andere, ebenfalls im Bereiche unseres vulkanischen Gebietes gemachte Beobachtung solcher Art. Der Schauplatz ist hier das östlich angrenzende Blatt Göppingen. Mohr erzählt, dass man im Jahre 1733 in dem Pfarrhause zu Lothenberg kaum die Spitze des Kirchturms zu Faurndau (Blatt Göppingen) gesehen habe. Später, 1752, aber sei bereits die ganze Hälfte desselben sichtbar geworden. Jetzt, 1867, sieht man ihn bereits bis zum Dach der Kirche[3].

Nun liegt Faurndau im Thale der Fils, deren Gehänge hier durch Obersten Keuper und Unteren Lias gebildet werden. Lothenberg findet sich südöstlich, nahe Gammelshausen, am Fusse der Alb auf Braun-Jura β. Zwischen beiden Orten dehnt sich mithin die ganze Lias und Untere Braun-Jurafläche aus. Es muss daher innerhalb dieses Striches eine Senkung erfolgt sein derart, dass der den Blick beschränkende höchste Punkt zwischen Faurndau und Lothenberg niedriger wurde. Hier ist als Ursache der Senkung wohl eine

[1] s. später „Die Fremdgesteine in den Tuffen“.

[2] Ebenda. S. 141.

[3] Quenstedt, Begleitworte zu Blatt Göppingen. S. 6.

Auslaugung ebenso gut denkbar wie eine Spaltenbildung. Wie stark namentlich unsere Braun-Juraschichten über Tage ausgelaugt werden, geht aufs deutlichste aus dem Unterschiede hervor, welcher in den Angaben über die Mächtigkeit desselben besteht. Im Bohrloche zu Neuffen hat man für α und β die doppelte Mächtigkeit wirklich erbohrt, welche gemeinhin nach Messungen im Ausgehenden angegeben werden [1].

Dass man übrigens bei derartigen Erscheinungen nicht immer ohne weiteres auf Hebungen und Senkungen des Grund und Bodens schliessen darf, scheint aus folgendem dritten Falle von Niveauveränderung hervorzugehen. Quenstedt [2] berichtet über diesen, welcher sich ebenfalls auf Blatt Göppingen vollzog, wie folgt: „Kam man vor 20 Jahren, erzählt Hildenbrand, den Fussweg von Dürnau nach Gruibingen auf die Thalebene vom Weissen α (zwischen Kornberg und Silenwang), so sah man vom Dorfe Gruibingen nichts; jetzt sieht man gleich beim Eintritt den grössten Teil der Häuser. Davon sei links der Augsberg und rechts der Mädlesberg (nördlich der Ölmühle) schuld; jener wurde durch Feldbau und Verwitterung etwas erniedrigt, dieser an seinem östlichen Gehänge durch Abwaschungen verschmälert."

Ob diese Erklärung die richtige ist, vermag ich nicht zu beurteilen. Durch das Niederlegen einer Waldung oder durch eine Abrutschung kann selbstverständlich in kurzer Zeit eine derartige Veränderung bewirkt werden. Inwieweit das aber schon binnen 20 Jahren durch Ackerbau, Verwitterung und Abwaschung ermöglicht werden kann, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein. Dürnau liegt auf Braun-Jura α am Fusse der Alb, nahe westlich des oben, im zweiten Beispiele genannten Lothenberg, Gruibingen dagegen oben auf der Alb. Der Weg dorthin verläuft im Weiss-Jura α.

Wenn nun auch nicht in unser vulkanisches Gebiet gehörig, so möchte ich doch anhangsweise eines anderen Falles von Niveau-Veränderung im Schwarzwaldgebiete Erwähnung thun, welche in der Beschreibung des Oberamtes Freudenstadt [3] citiert wird:

„In seiner im Jahr 1784 herausgegebenen topographischen Geschichte von Württemberg pag. 229 führt Sattler an, dass der Weg zwischen Dornstetten und Freudenstadt durch eine verborgene Naturwirkung um 16 Fuss niedriger geworden sei, indem man vor

[1] s. später „Die Temperaturzunahme im Bohrloche zu Neuffen".

[2] Begleitworte zu Blatt Göppingen. S. 6.

[3] 1858. S. 217.

40 Jahren auf diesem Wege nur das Kirchturmdach zu Dornstetten gesehen, jezo aber nicht nur bemeldtes Dach, sondern auch noch den Turm und dessen steinernen Umgang, mithin 16 Fuss weiter heruntersehen könne. Überdies will man seit jener Zeit wahrgenommen haben, dass das zwischenliegende Terrain (Aacher Berg) niedriger und vom Turme in Dornstetten noch mehr sichtbar geworden sei . . . Ferner verspürt man in Dornstetten und dessen nächster Umgebung nicht selten Erdstösse, während man zu gleicher Zeit in anderer Gegend nichts von solchen wahrnimmt."

Diese Nachricht zerfällt in zwei Teile. Wenn dieselben, wie wohl nicht zu bezweifeln, richtig sind, so kann es sich in der That nur um eine Senkung des zwischen beiden Orten gelegenen Gebietes handeln. Sattler vermeidet, ob aus Zufall oder aus richtigem Taktgefühl, die zweite noch mögliche Erklärung dieser Erscheinung, dass nämlich entweder das Gebiet von Dornstetten oder dasjenige von Freudenstadt sich gehoben habe. Auch heute würde man jedenfalls eine Senkung als das Natürlichere annehmen.

Freudenstadt liegt im Gebiete des Buntsandstein; Dornstetten und der oben genannte Aacher Berg, zwischen Aach und Dornstetten, in demjenigen des Wellendolomites. Ob nun die Senkung infolge von Spaltenbildung oder durch Auslaugung von Gesteinsschichten hervorgerufen wurde, in jedem Falle dürfte es sich wohl nur um den Teil des Weges handeln, welcher im Wellendolomit verläuft, also um den Aacher Berg. Das Niedrigerwerden dieses letzteren wird auch in dem zweiten Teile obiger Mitteilung ausdrücklich betont, so dass es sich ebenso im ersten nur um den Aacher Berg handeln dürfte.

War die Alb einst vergletschert?

Gründe für eine solche Annahme; Deffner, O. Fraas. Ablagerungen, welche für Moränen gehalten werden, ohne dass die Gesteinsblöcke Glättung und Schrammung zeigen: im Elsass, Daubrée, Schumacher; im südlichen Baden, Steinmann. Bedenken gegen eine etwaige Übertragung solcher Auffassung auf die Alb.

Für die Frage nach der Entstehungsart der vulkanischen Tuffe unseres Gebietes von Urach ist von grosser Wichtigkeit die Beantwortung der Vorfrage, ob sich während der Eiszeit Gletscher auf der Alb befunden haben, welche bei der Bildung der Tuffbreccien mitgewirkt haben könnten.

Deffner hat zuerst einer solchen Auffassung gehuldigt. Er hat die Überschiebungen bei Bopfingen am Ries durch die Wirksamkeit

von Gletschern erklärt; und zwar wie die folgenden Worte zeigen, in ganz bestimmter, überzeugter Weise[1]:

„Hier bleibt nichts anderes übrig, als der Transport durch Gletscher, man mag sich drehen und winden wie man will. Mit diesem äussersten, nach Westen vorgeschobenen Punktum der erratischen Bildungen schliessen wir deshalb auch am besten die Reihe unserer Beweismittel für die frühere Existenz von Riesgletschern.“ .... „Was uns ermutigt, trotzdem den gewagten Schritt (nämlich zu der Annahme von Gletschern) zu thun, das ist, dass wir im Besitze einer reichen Fülle von Thatsachen nach vieljährigen vergeblichen Bestrebungen, dieselben auf anderem Wege zu erklären, durch überwältigende Gründe endlich auf dem jetzt eingeschlagenen geführt oder, besser gesagt, auf ihm bestärkt worden sind. Denn schon im Jahre 1863 hat Fraas auf die grosse Übereinstimmung mit Gletschererscheinungen aufmerksam gemacht, und nur der Mangel eines Hochgebirges und die Nähe des vulkanischen Rieses liessen die Erklärung immer wieder auf dem Wege des Vulkanismus suchen. Erst eine lange Zeit reifte die Überzeugung, dass dieser Weg für sich allein nicht ausreiche und durch Gletscher ergänzt werden müsse.“

Aber nicht etwa nur für den in die Alb eingesenkten Rieskessel, sondern auch für unser vulkanisches Gebiet von Urach hat Deffner in ebenso bestimmter Weise die Mitwirkung von Gletschern geltend gemacht[2]. Ja, er hat sogar weit hinaus in das Vorland der Alb, bis nach Heilbronn hin, Gletscherbildungen erkennen zu müssen geglaubt. Er sagt nämlich: „Noch andere Stellen des Nordabhanges der schwäbischen Alb zeigen erratische Erscheinungen, so namentlich in dem vulkanischen Gebiet zwischen Boll und Pfullingen. Den Nachweis, dass auch dort alle Anzeichen dafür sprechen, dass Gletscher die vulkanischen Auswürflinge mit dem anderen Gesteinsschutt zusammengeschoben und in jenen sonst unerklärbaren Schutthügeln aufgehäuft haben, sowie von erratischen Bildungen zwischen Cannstatt und Heilbronn muss ich mir für einen anderen Ort vorbehalten.“

In einer zwei Jahre später erfolgten Veröffentlichung scheint Deffner allerdings nicht mehr so völlig sicher in dieser Ansicht zu sein; er schwankt, ob unsere Tuffschuttmassen durch Eis oder durch Wasser zusammengefegt seien. Hinsichtlich des vulkanischen Gebietes von Urach[3] erklärt er nämlich: „Ob Gletscher, oder besondere

[1] Deffner, Der Buchberg von Bopfingen. Diese Jahresh. 1870. S. 133 u. 134.

[2] Ebenda. S. 133 Anm.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 40 unten.

grosse Fluten mitgewirkt haben, entzieht sich noch jeder sicheren Begründung." Freilich bezüglich des Ries und der Gegend zwischen Cannstatt und Heilbronn gilt das nicht. Hier scheint er seine Ansicht voll aufrecht erhalten zu haben; wenigstens finde ich nirgends eine gegenteilige Äusserung.

Diese Annahme, dass einst die Alb vergletschert gewesen sei, wird nun allerdings sehr nahe gelegt durch das Verhalten des benachbarten Schwarzwaldes. Der südliche Teil desselben war bis zu einer Meereshöhe von 800 m hinab mit einer zusammenhängenden Eiskappe bedeckt. Einzelne Gletscher aber erstreckten sich von dieser aus bis in das Rheinthal hinab (s. später darüber mehr), bis in eine Meereshöhe von 250 m! Da nun die schwäbische Alb sich an den Schwarzwald lehnt, bis zu 7, 8, 900 m aufsteigt und einzelne Meereshöhen sogar bis über 1000 m besitzt, so ist der Gedanke an eine Vergletscherung der Alb nicht nur nicht ein unmöglicher, sondern geradezu ein sehr naheliegender. Aber noch mehr. In neuester Zeit hat Lepsius mitgeteilt, dass Chelius und Klemm auch im Odenwald und Spessart an zahlreichen Punkten Reste von Grundmoränen aus der Haupteiszeit[1] gefunden haben, welche sogar bis zu nur 150 m Meereshöhe hinabsteigen[2]. Unter solchen Umständen begreift man schwer, dass die Alb nicht gleichfalls mit Eis bedeckt gewesen sein sollte.

Diesem naheliegenden Gedanken hat dann ausser Deffner auch O. Fraas Ausdruck gegeben und eine Vergletscherung der Alb angenommen[3]. O. Fraas hatte aber auch andere, ganz direkte Anhaltspunkte für eine solche Annahme; denn von den südlich gelegenen Alpen her schoben sich die Gletscher nicht nur über das Gebiet der Bayrisch-Oberschwäbischen Tiefebene, sondern es finden sich auch Reste ihrer Moränen auf der Alb.

Die Gegend um Sigmaringen war sicher einst vergletschert. Das wird bewiesen durch die geglätteten und geritzten z. T. alpinen, also erratischen Gesteine, besonders nördlich der Stadt in der Gegend des Hammers[4].

Wie bei Sigmaringen, so finden sich dann auch weiter nord-

---

[1] Es ist die mittlere der drei angenommenen gemeint.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1893. S. 446.

[3] Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. S. 183 u. 186.

[4] Begleitworte zu den Blättern Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1881. S. 32.

östlich auf den der Donau nahe gelegenen Gegenden von Ehingen und Ulm[1] alpine Geschiebe.

Bemerkenswert ist ferner das viel weiter nach N. auf der Alb sich erstreckende Vorkommen von weissen, roten, gelben und grauen Quarzgeröllen in der Umgegend von Blaubeuren. Dieselben sind so massenhaft, dass, wie QUENSTEDT sagt, nach einem Regen die Felder den Anblick aufgepflügter Kartoffeläcker darbieten. Mehr südlich haben sie etwa die Grösse einer Faust; weiter nördlich, im NO. von Blaubeuren bei Bermaringen, sinken sie bis zu Haselnussgrösse und darunter herab. Natürlich kann es sich bei diesen gerollten Gesteinen nicht mehr um Moränen handeln. Wohl aber könnten in denselben immerhin die Reste durch das Wasser umgearbeiteter Moränen, also fluvio-glaciale Schotter (s. später) vorliegen. Eine solche Annahme stösst indessen auf die Schwierigkeit, dass wir in diesem Falle doch wohl nicht nur Quarze, sondern verschiedenartige erratische Gesteine erwarten dürften. Es wird daher wahrscheinlicher sein, dass wir hier jungtertiäre Gerölle vor uns haben. Vielleicht die an Ort und Stelle gebliebenen Überreste zerstörter Schichten, welche hier auf dem Jura und anderen Tertiärschichten auflagerten. Der Grimmelfinger Meeressand hat freilich nur Quarzkörner von Hagelkorngrösse; das schliesst jedoch nicht aus, dass nicht an anderen Orten grössere Quarzgerölle abgelagert sein konnten.

Sehen wir nun aber auch von diesen letzteren Vorkommen ab, so bleibt doch die Thatsache zu Recht bestehen, dass, allerdings nur auf dem Südrande der Alb, alpine, also erratische Gesteine liegen. Der Südrand wurde also noch von den alpinen Gletschern erreicht; weiter nach Norden hin drangen dieselben jedoch nicht.

Nun braucht aber eine Vergletscherung der Alb ja nicht notwendig von den Alpen ausgegangen zu sein; oder wenn sie doch von dorther kamen, so konnten die alpinen Gletscher abgewehrt worden sein durch eine Vergletscherung, welche aus anderer Richtung heranquoll. Der nächstliegende Gedanke ist der an den benachbarten Schwarzwald. Wenn sich von dort her die Gletscher über die Alb schoben, so musste durch diese von W. nach O. gerichtete Gletscherströmung das weitere Vordringen jener, von den südlich gelegenen Alpen gegen Norden gerichteten Strömung bezw. Schiebung abgeschnitten und unmöglich gemacht werden. Freilich würde man in solchem Falle erwarten dürfen, dass schwarzwäldische erratische Gesteine

[1] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 20.

auf der Alb lägen und das ist nicht der Fall. Wollte man nun annehmen, dass die schwarzwäldischen wie alpinen Moränen gänzlich zu fluvio-glacialen Schottermassen umgearbeitet worden seien, so müsste man diese finden. Es zeigen sich aber nirgends Flussgeröllablagerungen, welche altkrystallinie Gesteine enthalten. Mithin kann auch vom Schwarzwalde her keine Vergletscherung der Alb ausgegangen sein.

Es bleibt daher als drittes die Möglichkeit, dass die Alb ihr eigenes Vergletscherungsgebiet, eine eigene Eiskappe besessen hätte. So dass dann die von diesem ausstrahlende Strömung sowohl die von den Alpen, als auch die von dem Schwarzwalde herkommenden Moränen von der Alb abgewehrt hätte. Das Fehlen von erratischen Gesteinsmassen, welche entweder den Alpen oder dem Schwarzwalde entstammen, ist mithin noch keineswegs ein entscheidender Beweis gegen eine ehemalige Vergletscherung der schwäbischen Alb. Besass diese letztere ihr eigenes kleines Feld von Inlandeis, so dürfen wir in dessen Moränen nur Weiss-Jurakalke, dann etwas Bohnerz und allenfalls tertiäres Material erwarten; also nur solche Gesteine, welche an der Oberfläche der Alb anstanden.

Man sieht, dass die Erscheinungsweise solcher Moränen ausserordentlich ähnlich sein müsste den Schuttmassen, welche sich ohne Mitwirkung von Eis noch heute auf der Alb und an ihrem Fusse bilden: Einfache Schuttmassen von Jurakalk; also Moränen, welche durchaus anders aussehen als solche mit altkrystallinen Gesteinen, wie es so vielfach bei typischen der Fall ist. Man wird freilich sagen können, dass in solchem Falle die Kalke ja geglättet und geschrammt sein müssten. Allein auch dieses Merkmal ist kein durchaus notwendiges Erfordernis:

Ganz sicher ist es das nicht, solange es sich um Oberflächenmoränen handelt; denn bei diesen bleiben die Gesteinsstücke unverletzt, ungeglättet und ungeschrammt. Aber auch selbst bei Untergrundsmoränen könnte wohl, wenn der Transport nur ein kurzer ist und wenn das Gestein zudem, wie bei unseren Weiss-Jurakalken thatsächlich der Fall, leicht verwittert, eine solche geringfügige Glättung und Schrammung wieder durch Verwitterung verwischt worden sein. Gerade aus unseren Nachbarländern, dem Elsass und Baden, dringen Nachrichten zu uns, in welchen Ablagerungen für Moränen erklärt werden, deren Gesteinsstücke einer solchen Glättung und Schrammung entbehren.

Es ergiebt sich also, dass aus mehrfachen Gründen die Frage,

ob die Alb einst vergletschert war, keineswegs so leicht zu verneinen ist, wie sie es sein würde, wenn man als conditio sine qua non für solche Vergletscherung fordern dürfte: Glättung und Schrammung der Gesteine, alpine oder schwarzwäldische Abstammung dieser letzteren. Weder die eine noch die andere dieser Bedingungen ist auf der Alb erfüllt; aber diese negative Eigenschaft allein beweist noch nicht völlig sicher gegen eine Vergletscherung.

Da nun für die Beantwortung der Frage nach der Entstehung unserer Tuffbreccien diejenige dieser eiszeitlichen Frage von Bedeutung ist, so werden wir uns noch etwas eingehender mit der letzteren beschäftigen müssen.

Im Elsass sind solche thonig-sandigen Ablagerungen mit ungeschrammten Blöcken namentlich bei Epfig schon 1852 von Daubrée[1] als Teile von Endmoränen gedeutet worden; und auch heute noch haben die neueren Untersuchungen der reichsländischen Geologen, wie Schumacher[2] hervorhebt, zu keiner anderen Anschauung geführt. Besonders bemerkenswert sind diese Bildungen noch dadurch, dass sie in innigem Verbande mit oberpliocänen Flusskiesen auftreten, also Beweis davon geben, dass sich — ihre Moränennatur als sicher angenommen — zum erstenmale eiszeitliche Zustände im Elsass bereits in der Oberpliocän-Epoche zeigen. Aber auch für Baden kommt Steinmann, wie wir sogleich sehen werden, dahin, Ablagerungen ohne Glättung und Schrammung der Gesteine für Grundmoränen zu erklären.

Der südliche Schwarzwald ist in diluvialer Zeit mit einem zusammenhängenden Inlandeise bedeckt gewesen, welches sich von der höchsten, fast 1500 m betragenden Meereshöhe bis in eine solche von 800 und 700 m hinabzog[3]. Allerorten finden sich in diesem Gebiete teils einzelne Blöcke, teils Moränen, teils gerundete, geglättete Felsen, so dass die allgemeine Vereisung dieses Gebietes zweifellos ist. Auch der Titisee und der Schluchsee sind durch solche Moränen abgesperrt, welche bei letzterem eine Höhe von 30 m besitzen. Gleiches hat Sauer für den Glaswaldsee und Elbachsee nachgewiesen[4]. Gleich den Fingern einer gespreizten Hand zogen

---

[1] Description géol. et minéral. du départ. du Bas-Rhin. S. 239—244. Ich citiere nach Schumacher.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. S. 831.

[3] Steinmann, Die Moränen am Ausgange des Wehra-Thales. Separatabzug. Bericht üb. d. 25. Vers. d. oberrhein. geol. Vereins. S. 4. — Platz, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXXXII. 1890. S. 595—597.

[4] Globus. Bd. 65. No. 13. Zirkusseen im mittleren Schwarzwald.

sich aber von dieser Eiskappe aus einzelne Gletscher durch die Thäler bis in eine Meereshöhe von 400, 350, selbst 200 m hinab. Untersucht man nun, wie Steinmann[5] zeigt, die aus mesozoischen und tertiären Schichten gebildeten Gehänge dieser Thäler an den Vorbergen des oberrheinischen Gebietes, so zeigt sich, dass das anstehende Schichtgestein auf dem unteren Teile dieser Gehänge nicht selten verhüllt wird durch eine Lage von Schutt, dessen Bestandteile — Kalke, Mergel, Thone — meist den höheren Lagen desselben Berges entstammen. Der Gedanke, dass man hier Gehängeschutt vor sich habe, ist sehr naheliegend. Es fällt jedoch auf, dass diesen Schuttmassen nicht selten eine deckenartige Ausbreitung zukommt, dass eine solche Decke auch auf sanft geneigten Gehängen auflagert und dass diese Masse im Anschnitt eine deutlich ausgesprochene Knetstruktur besitzt, indem weiche und harte Gesteinsstücke fest gepackt und wirr durcheinander gemischt liegen. Zumeist ist diese Decke unter einem Überzuge von Lösslehm verborgen.

Steinmann ist nun der Ansicht, dass hier nicht Gehängeschutt, sondern Grundmoränen von Gletschern, das Analogon von Lokalmoränen, vorliegen. Da der Transport dieser Gesteinstrümmer durch das Eis von dem oberen Teile der Gehänge bis zum unteren nur ein kurzdauernder war und da harte krystalline Gesteine fehlen, so konnte, nach Steinmann, weder eine Rundung der Ecken und Kanten, noch ein Glattschleifen der Flächen und ein Schrammen der letzteren erfolgen. Die Form solcher Gesteinsstücke kann daher von derjenigen der Gehängeschuttstücke nicht wesentlich abweichen. Der Unterschied zwischen beiderlei Bildungen darf daher lediglich in der deckenartigen Ausbreitung und der Knetstruktur der als Lokalmoräne aufgefassten Schuttmasse gesucht werden.

In anderen Fällen hält Steinmann, selbst bei dem Fehlen aller und jeglicher Moränen, das einstige Dasein von Gletschern bereits dann für erwiesen, wenn die zu Tage ausstreichenden Schichten des Anstehenden auf eine Tiefe von einigen Metern eine Umbiegung und Stauchung erkennen lassen, welche nur durch die Einwirkung der Last des darüber hingleitenden Gletschers zu erklären seien.

Das sind Auffassungen, welche, wenn sie das Richtige getroffen haben sollten, von weittragender Bedeutung sein müssen, denn wir verlassen damit den Boden der gewohnten Anschauungen. Wir

---

[5] Über die Ergebnisse der neueren Forschungen im Pleistocän des Rheinthales. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. S. 542 u. 543.

gründen nun den Nachweis einstiger Vergletscherung nicht mehr allein, wie bisher, auf Anzeichen sehr handgreiflicher Natur — zweifellose Moränen, Abrundung, Glättung und Schrammung ihrer Gesteine — sondern auch auf solche von sehr subtiler Art, bei welchen letzteren eine Verwechselung viel leichter möglich wird, da diese Ablagerungen dem Gehängeschutt zum Verwechseln ähnlich sehen.

Es kann mir nicht beikommen über diese Frage, soweit sie jene von STEINMANN untersuchten oberrheinischen Verhältnisse betrifft, irgend ein Urteil fällen zu wollen. Der Standpunkt STEINMANN's wirft aber seinen Schatten auch hinüber auf unsere schwäbischen Verhältnisse. Es muss nun die Frage entstehen, ob auch auf der Alb und in unserem vulkanischen Gebiete von Urach, trotz des Fehlens jener handgreiflichen Merkmale, eine einstige Vergletscherung jetzt noch kurzweg verneint werden darf. Oder ob nicht aus dem etwaigen Vorhandensein jener subtileren Merkmale doch auf eine frühere Vereisung geschlossen werden kann; ob das, was wir für Gehängeschutt halten, nicht auch Moräne sein könnte.

Ich möchte da zuvörderst hervorheben, dass mir an der Schlussfolgerung STEINMANN's eines nicht recht verständlich ist: STEINMANN meint, dass die von ihm als lokale Grundmoränen gedeuteten Schuttmassen unter dem Eise nur von dem oberen Teile der Gehänge nach dem unteren hinabgeschoben worden seien. Damit ist angenommen, dass das Eis von der Höhe des Gehänges zur Tiefe desselben sich hinabbewegt habe, dass also die Bewegungsrichtung des Eises ungefähr senkrecht, aber doch nur etwas schräg zur Längsausdehnung des Thales erfolgte.

Man stelle sich nun einen Gletscherstrom vor, welcher ein Thal bis an die oberen Teile seiner Gehänge ganz erfüllt. Die Bewegungsrichtung dieses thalabwärts fliessenden Gletschers ist hier natürlich parallel dem Thale. Es wird daher auch an beiden Gehängen des Thales die dort entstehende Grundmoräne ungefähr parallel der Achse des Thales fortbewegt, vom oberen Anfange desselben bis hinab zu seiner Mündung, bezw. bis zum Ende des Gletschers. Die Grundmoräne legt also keinen kurzen, sondern einen weiten Weg zurück, die am oberen Ende des Thales anstehenden Gesteine werden bis an das untere Ende desselben verfrachtet. Nicht aber werden die Gesteinsstücke etwa rechtwinkelig zu dieser Richtung, nur von dem höheren Teile eines und desselben Berges zu seinem tieferen hinabgeschoben und bleiben dort liegen.

Selbstverständlich ist sehr gut denkbar, dass bei dem thal-

abwärts erfolgenden Gleiten des Gletschers die von den höheren Teilen der Gehänge mitgeführten Gesteinsstücke nicht genau parallel der Thalachse am Gehänge entlang geschoben werden. Man wird vielmehr annehmen dürfen, dass sie unter dem Eise in etwas schräger Richtung, ganz allmählich am Gehänge in immer tiefere Lage geraten, bis sie zuletzt auf den Thalboden kommen und auf diesem dann weitergeschoben werden.

Wenn also in einem stark abwärts ziehenden Thale das dasselbe ganz erfüllende Eis in strömender Bewegung nach abwärts begriffen ist, so wird auch die unter dem Eise auf der Thalsohle und auf beiden Thalgehängen fortgewälzte Grundmoräne in derselben Richtung unausgesetzt bewegt werden. Es wird daher zur Bildung einer Lokalmoräne — also einer Grundmoräne, welcher in nächster Nähe ihres Ursprungsortes gleich wieder liegen bleibt — im allgemeinen nicht kommen können. Jedenfalls wird sich eine solche Lokalmoräne nur lokal, nur da zu bilden vermögen, wo irgend ein Hindernis ihr Fortgeschobenwerden verhindert, oder wo überhaupt, augenblicklich oder länger dauernd, das Ende des Gletschers sich befindet. Wie aber an den sanft geneigten Thalgehängen die Grundmoräne auf weite Erstreckung hin wie eine Decke ohne solche Ursachen liegen bleiben sollte, während sich das Eis stetig über sie hinweg thalabwärts fortschiebt und zugleich auf dem Thalboden die Moräne weiter fortgeschoben wird, das ist mir nicht recht erklärlich. Wird aber die auf dem Thalboden fortgeschobene Grundmoräne in ihren Gesteinsstücken geglättet und geschrammt, so muss das auch bei der am Gehänge fortbewegten der Fall sein; das Gesteinsmaterial kann hier nicht liegen bleiben.

Ich wiederhole, dass damit kein Urteil über jene von Steinmann untersuchten Ablagerungen gefällt sein soll. Es mögen das Moränen sein. Steinmann stützt ja sein Urteil auch noch auf die Packung der Masse und die Beschaffenheit des Untergrundes. In dem von mir untersuchten Gebiete jedoch möchte ich eine solche Folgerung nicht zulassen. Wir haben oben auf der Alb eine mehr oder weniger mächtige Decke von Lehm, in welcher Weiss-Jurastücke liegen. Wenn die Alb vergletschert gewesen wäre, müsste dies die Grundmoräne sein. Ich glaube indessen, man wird diese Bildung nur als Verwitterungsboden der Alb auffassen dürfen. Dass in diluvialer Zeit, in welcher die Jahrestemperatur, nach Penck, etwa 5° C. niedriger war als heute, sehr viel Schnee und Eis auf der Alb gelegen haben muss, ist selbstverständlich. Zweifellos hat diese jährlich lange

liegenbleibende Schneedecke, bezw. ihr Schmelzwasser, die Verwitterung des Kalkes sehr beschleunigt. Zweifellos hat sie also einen grossen Anteil an der Bildung dieser z. T. ganz ansehnlichen Verwitterungskrume. Ohne die kalte Diluvialzeit würde letztere vermutlich bei weitem nicht so mächtig sein, wie sie es ist. Ich gebe auch zu, dass bei der leichten Auflösbarkeit der Weiss-Jurakalke eine einst vorhanden gewesene Glättung und Schrammung ganz verschwunden sein könnte. Aber die Packung dieser Lehmdecke mit ihren Steinen macht mir — soweit ich dieselbe in einigen Anschnitten beobachten konnte — nicht den Eindruck der festen Packung einer Grundmoräne. Die Frage muss indessen gewiss sorgfältig erwogen werden. Fernere Bahnbauten werden neue Aufschlüsse in dieser Decke geben. Einstweilen aber kann ich mich von ihrer Moränen-Natur nicht überzeugen.

Das Ergebnis dieser Betrachtungen lässt sich also dahin zusammenfassen: Ablagerungen, welche sicher als Moränen betrachtet werden könnten, haben sich bisher in unserem vulkanischen Gebiete und überhaupt auf der Alb — abgesehen von ihrem S.-Rande — nicht nachweisen lassen.

Wir müssen jedoch die Frage nach einer Vergletscherung der Alb noch nach einer anderen Seite hin in Erwägung ziehen. Es ist denkbar, dass einstmals wirklich solche aus Weiss-Jurakalk bestehenden Moränen vorhanden waren; dass diese aber durch Flüsse in „fluvioglaciale“ Schottermassen umgearbeitet worden wären. Wir müssen daher unsere Frage von dieser Seite aus noch weiter betrachten.

Nun ist aber weiter auch die Folgerung einer früheren Ausdehnung der Alb gegen Norden, wie sie sich aus unseren vulkanischen Tuffen ergiebt, auf das innigste verbunden mit gewissen Fragen, welche sich auf eben diese Flussschotter und ihr Alter beziehen. Muss man nämlich gelten lassen, dass noch zu mittelmiocäner Zeit der Vulkanausbrüche die Alb sich bis gegen Stuttgart hin ausdehnte, so darf das Verhalten der Flussschotter in dem betreffenden Gebiete einer solchen Folgerung natürlich nicht widersprechen. Wir sind daher gezwungen, auch um dieser Frage nach der ehemaligen Ausdehnung der Alb willen, jenen Verhältnissen näher zu treten. Zu dem Zwecke aber scheint es notwendig, weiter auszuholen, um zunächst zu ergründen, ob die Schottermassen, welche auf den, den Neckar begleitenden Höhen liegen, diluvialen oder pliocänen Alters sind.

Jungpliocäne und diluviale Flussschotter im allgemeinen.

Mehrfache Vergletscherungen. Deckenschotter, Hochterrassenschotter, Niederterrassenschotter. Frühere Auffassung aller Flussschotter als diluvial. Als pliocänen Alters erkannte Flussschotter: von Fritsch in Thüringen; von Koenen in Norddeutschland; Fontannes, Delafond bei Lyon; Schumacher, van Werveke, Andreae im Elsass; du Pasquier in der Schweiz. Fluvioglaciale Schotter Penck's. Beziehungen der drei Schottermassen zu drei Vergletscherungen. Anwendung dieser Verhältnisse auf die Alb.

Die meteorischen Niederschläge und die fliessenden Gewässer sind, wie Peschel einmal sagt, die riesigen Kehrbesen, mit welchen die Erde sich rein fegt von ihrem Verwitterungsschutte; und die grossen Süss- und Salzwasserbecken sind die gewaltigen Müllgruben, in welche hinein dieser Schutt gefegt wird.

Solange ein Fluss diese ihm auferlegte Arbeit leisten kann, benutzt er den auf seinem Boden vorwärts gewälzten Schutt als Schleifmaterial und schleift und gräbt mit demselben sein Bett immer tiefer aus. Sowie aber diese ihm auferlegte Arbeit seine Kräfte übersteigt — sei es, weil durch seine Nebenflüsse zu grosse Mengen von Schutt in sein Bett hinabgefegt werden, sei es, weil seine Wassermasse und sein Gefälle sich verringert haben — so lässt er den Schutt in seinem Bette liegen, füllt also das vorher ausgefurchte Thal mit Kies- und Schottermassen allmählich wieder auf.

Dem ist stets so gewesen. Aber gerade in der jüngstvergangenen diluvialen Zeit haben offenbar diese beiden entgegengesetzten Thätigkeiten der Flüsse ganz besonders stark miteinander abgewechselt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der mehrfachen Vergletscherung, welche während dieser Epoche eintrat. Dass nicht eine einzige, sondern mindestens zwei, vielleicht sogar drei, solcher Vergletscherungen in dieser Zeit stattfanden, ist völlig sicher gestellt; ebenso auch, dass diese beiden bezw. diese drei Perioden durch eine, bezw. zwei wärmere Interglacialzeiten von einander getrennt waren. Strittig kann nur die Ausdehnung sein, welche man diesem Begriffe mehrfacher Vergletscherungen beilegt. Die Einen sind der Ansicht, dass wirklich zwei bezw. drei Eiszeiten sich einstellten, welche getrennt waren durch eine, bezw. zwei, interglaciale Epochen, in denen die vereisten Gebiete mehr oder weniger ganz frei vom Eise wurden. Die Anderen meinen, dass nur eine einzige Eiszeit stattgefunden habe; dass aber ein- bezw. zweimal ein starkes Zurückgehen der Gletscher sich einstellte. Ein Oscillieren der Gletscher im sehr grossen Massstabe, wie wir es im kleineren auch heute sehen; also

ein Abschmelzen des peripherischen Teiles der Eiskappen zwar über grosse Gebiete, bei welchem aber die centrale Hauptmasse derselben doch unverrückt liegen blieb.

Beide Ansichten sind nur dem Grade nach verschieden. Einstweilen scheint mir für viele einst vergletschert gewesene Gebiete nur bewiesen ein starkes Schwanken, also weites Vordringen, weites Zurückgehen der Gletscherstirnen, bezw. der peripherischen Teile der Inlandeismassen. Dass dieses Zurückweichen wirklich bis zum fast gänzlichen Verschwinden des Eises sich gesteigert habe, ist möglich. Aber bewiesen ist es erst dann, wenn nicht nur im peripherischen Teile, sondern über das ganze einst vergletschert gewesene Gebiet zwei bezw. drei Grundmoränen, getrennt durch Zwischenschichten, in der Weise nachgewiesen sind, dass eine jede der zwei bezw. drei Grundmoränen gleich einer einzigen bestimmten Schicht sich über das ganze Gebiet hin ausdehnt.

Bis dieser Beweis für die Mehrzahl aller vergletschert gewesenen grossen Gebiete geführt ist, erscheint es daher passender, nur von zwei bezw. drei Vergletscherungen als von ebensovielen Eiszeiten zu sprechen.

Wie dem nun aber auch sei, der Wechsel zwischen diesem Vorwärts- und Rückwärtsgehen der Gletscher, zwischen diesem Festlegen der meteorischen Wasser in Form von Schnee und Eis und dem Freiwerden derselben in Gestalt von Wasser, musste in der diluvialen Epoche einen entsprechenden Wechsel in dem Wasserreichtum der Flüsse, also auch in ihrer ausgrabenden Thätigkeit hervorrufen. Während der Interglacialzeiten, während des Abschmelzens der Gletscher konnten die wasserreichen Flüsse die ihnen auferlegte Arbeit leisten, die Schuttmassen fortschaffen, ja ihre Thäler sogar ansehnlich vertiefen. Während der Vergletscherungszeiten mussten die wasserarm gewordenen Flüsse die Schuttmassen in ihrem Bette liegen lassen, die Thäler also wieder auffüllen.

Man stelle sich das heutige Neckarthal in der Gegend unseres vulkanischen Gebietes vor, also zwischen Plochingen und Tübingen. Dasselbe besitzt eine ansehnliche Breite; in dieser ist seine Thalsohle allerorten dick mit Flussschotter bedeckt, unter welchem der Keuper liegt. Käme jetzt eine wasserreichere Periode, so würde der Neckar sein Bett stark vertiefen. Er würde zunächst eine tief in den Keuper eingeschnittene Schlucht bilden. Zu beiden Seiten würden nun die Kiesmassen dieser letzteren in den Fluss hinabstürzen. Durch Unterwaschen von seiten des letzteren, sowie durch Ver-

witterung und Regengüsse würden die beiden Wände dieser Schlucht immer weiter auseinander rücken. Die neue, tiefer gelegte, im Keuper ausgefurchte Thalsohle, welche anfangs nur schmal war, würde immer breiter werden. Endlich würde fast die ganze Kiesmasse, welche heute die Sohle des Neckarthales bedeckt, vom Flusse fortgeschafft worden sein. Nur hier und da würde an den Gehängen des breiten Thales auf dem Keuper ein kleiner Rest von Schotter liegen; natürlich allerorten in derselben Höhe und zugleich auch in derjenigen, in welcher er sich heute befindet. So würde man aus diesen Fetzen von Schotter, welche hier und da am Gehänge in gleicher Höhe liegen und Terrassen bilden würden, sich die ehemalige, heutige, höher gelegene Thalsohle im Geiste wieder herstellen können.

Nun kennen wir in SW.-Deutschland nicht nur eine einzige derartige alte Thalsohle der Flüsse, sondern deren drei, welche in verschiedener Höhenlage übereinander auftreten: Die Schottermassen in und dicht über der heutigen Thalsohle, den Niederterrassenschotter. Diejenigen in bedeutenderer Höhe am Gehänge, den Hochterrassenschotter. Endlich hoch oben auf den Plateaus, auf den Höhen, welche die Flüsse begleiten und oftmals weit von ihrem jetzigen Laufe entfernt, landeinwärts, deckenartig sich ausbreitend, den Deckenschotter, wie Penck ihn nannte.

Gewöhnlich pflegte man alle diese alten Schottermassen dem Diluvium zuzurechnen, ohne indessen in den ganz überwiegend meisten Fällen sichere Beweise dafür zu haben, dass eine solche Annahme auch wirklich richtig sei.

Stoppani und Desor haben allerdings schon 1875 die Glacialformation in die pliocäne Periode verweisen wollen [1]. Allein diese Anschauung fand keinen Anklang. Dann suchte Renevier für die Südschweiz [2] darzuthun, dass wenigstens der Beginn der Eisentwickelung noch in die pliocäne Zeit gefallen sei, so dass die ältesten Flussschotter, unter den Moränen, noch dem Pliocän zuzurechnen seien.

Vor etwa einem Jahrzehnt gelang es dann K. v. Fritsch [3] zu zeigen, dass 40—50 m über dem heutigen Thalboden der zahmen Gera in Thüringen alte Flussgerölle liegen, welche infolge ihrer

---

[1] Vergl. die Litteratur bei Penck, Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Gekrönte Preisschrift. Leipzig bei Barth, 1882. S. 273.

[2] Bulletin soc. géol. France. 3. série. t. IV. 1875—1876. S. 187.

[3] Das Pliocän im Thalgebiete der zahmen Gera in Thüringen. Jahrbuch d. K. preuss. geol. Landesanstalt u. Bergakademie. 1884. S. 394 u. 399.

palaeontologischen Einschlüsse nicht dem Diluvium, sondern dem Pliocän zugerechnet werden müssen. Ferner hob v. FRITSCH hervor, wie genügende Anhaltspunkte vorhanden seien, dass auch die ehemals für diluvial angesehenen Schotterbildungen bei Fulda für pliocänen Alters zu erachten wären, denn sie führen *Mastodon*-Reste. Dasselbe aber gilt, nach demselben Autor, auch noch von vielen anderen sogenannten diluvialen Schotter- und Thonablagerungen Thüringens, welche alle ebenfalls in das Pliocän zu stellen seien.

Ist das nun der Fall, gehören Flussgerölle, welche in jenen Gegenden nur 40—50 m über der heutigen Thalsohle liegen, bereits dem Pliocän an, dann müssen wir schliessen, dass die Vertiefung der Thäler während der auf das Pliocän folgenden diluvialen und alluvialen Zeiten dort keine sehr nennenswerten Fortschritte mehr gemacht hat.

Auf einem ähnlichen Wege gelangte, in dem von ihm untersuchten norddeutschen Gebiete, v. KOENEN [1] gleichfalls zu dem Ergebnisse, dass die Flüsse der Eiszeit bereits annähernd in demselben Niveau geflossen sein müssen, in welchem sie sich jetzt befinden. Es treten nämlich dort die Reste diluvialer Tiere, wie Mammut, Rhinoceros u. s. w., abgesehen von ihrer Lagerung in Spalten und Klüften, ausschliesslich in Geröllschichten der Thal s o h l e auf. Daher muss die heutige Thalsohle auch zu diluvialer Zeit bereits einmal Thalsohle gewesen sein; d. h. die Flussbetten können sich seit diluvialer Zeit auch in diesen Gegenden nicht nennenswert vertieft haben.

Nun finden sich aber an zahlreichen anderen Orten alte Schotterterrassen, welche von den Flüssen einst abgesetzt wurden, in recht bedeutender Höhe über den jetzigen Thälern an den Gehängen und auf den Plateaus. Man pflegte auch diesen ganz alten Geröllmassen ohne weiteres ein diluviales Alter zuzuschreiben, freilich ohne direkten Beweis dafür zu haben. Sind jedoch wirklich die Flussthäler in den genannten Gebieten seit diluvialer Zeit nicht merklich vertieft worden, so müssen wohl jene alten Terrassen, welche in anderen Gegenden oft mehrere hundert Fuss über der heutigen Thalsohle liegen, ebenfalls vordiluvialen Alters sein [2]. v. KOENEN weist daher diese alten

[1] Beitrag zur Kenntnis von Dislokationen. Jahrbuch d. K. preuss. geol. Landesanstalt u. Bergakademie. 1887. S. 460, und Über das Alter der Schotterterrassen. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1891. Bd. I. S. 107 u. 108.

[2] Natürlich gilt das nur von denen, welche lediglich durch die einschneidende Thätigkeit der Flüsse und nicht etwa durch Verwerfungen ihre jetzige hohe Lage erhalten haben.

hochgelegenen Schotterablagerungen allgemein dem Pliocän zu. Es ist auch in der That nicht einzusehen, warum uns die pliocänen Flüsse, welche doch sicher bestanden haben, nicht ebenso gut wie die diluvialen Flüsse Geröllmassen hinterlassen haben sollten. Nach älterer Auffassung kannte man solche gar nicht, da alle Schotterterrassen für diluvial angesprochen wurden.

Im südlichen Rhônethal hat FONTANNES die Flussschotter in drei Stufen gegliedert: Alluvions des plateaux, alluvions des terrasses, alluvions anciennes des vallées. Die erstgenannten alluvions des plateaux führen Reste von *Mastodon arvernensis* und *Elephas meridionalis*, sind also sicher, wie FONTANNES darthat, jungpliocänen Alters[1]. Auch DELAFOND kommt für das Gebiet nördlich von Lyon zu ganz demselben Ergebnisse[2].

Nicht minder ist auch im Unter-Elsass neuerdings ein Teil der bisher als diluvial betrachteten Flussschotter, Sande und Thone als dem Ober-Pliocän angehörig durch SCHUMACHER[3], VAN WERVEKE und ANDREAE erkannt worden. Äusserlich machen sich diese Sande und Gerölle durch ihre helle Farbe kenntlich, welche sich selbst bei bedeutender Mächtigkeit durch die ganze Ablagerung hindurchzieht: Ein Beweis, dass diese Entfärbung nicht durch von oben her eingedrungene Umwandlungen erklärt werden kann. Bleichsande nennt man sie deshalb.

Diese pliocänen Flussschotter treten zwar in ihrer oberflächlichen Verbreitung gegen die diluvialen Kiese und Sande zurück, sie sind aber, wie SCHUMACHER ausführt, an sehr zahlreichen einzelnen Punkten nachgewiesen worden, stellenweise bis an den Rand der Rheinebene herantretend. Sie mögen noch jetzt unter der diluvialen Decke, von welcher sie verhüllt sind, eine weite Verbreitung besitzen. Früher kam ihnen gewiss eine solche zu, sie haben auch wahrscheinlich die Rheinniederung bedeckt.

---

[1] Bulletin soc. géol. France. 3. série. t. XIII. 1885. Paris. S. 59 pp.

[2] Ebenda. t. XV. 1887. S. 79.

[3] Schumacher, Die Bildung und der Aufbau des oberrheinischen Tieflandes. Mitteil. d. Komm. f. d. geol. Landesuntersuchung v. Elsass-Lothringen. 1890. Bd. II. S. 183—401. — Schumacher, Über die Gliederung der pliocänen und pleistocänen Ablagerungen im Elsass. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. Bd. XXXXIV. S. 828—838. — van Werveke, Über das Pliocän des Unter-Elsass. Mitteil. d. geol. Landesanstalt v. Elsass-Lothringen. 1892. Bd. III. S. 139—157. — Andreae, Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Abhandl. z. geol. Specialkarte v. Elsass-Lothringen. 1884. Bd. II. S. 320 u. 321. — Andreae und van Werveke, Erläuterungen zu Blatt Weissenburg. 1892. S. 67—72. Citiert nach Schumacher.



Der Gedanke liegt nahe, sie mit dem ebenfalls für pliocän gehaltenen Deckenschotter der Schweiz und der schwäbisch-bayrischen Hochebene in Parallele zu stellen, welche sich aus der Schweiz nordwärts bis in den Sundgau hinein verbreiten. Um so näher sogar liegt dieser Gedanke, als auch dieser Deckenschotter sich entfärbt hat, indem seine Feldspäte kaolinisiert sind und er des Kalkgehaltes beraubt ist.

Trotzdem aber ist Schumacher der Ansicht, dass die pliocänen Bleichsande des Unter-Elsass älter sind als der Deckenschotter und dass letzterer gleichalterig ist mit dem, was man als ältestes Diluvium im Unter-Elsass bisher auffasst. Erweist sich daher das pliocäne Alter des Deckenschotters als wirklich zu Recht bestehend, dann wird man später auch jene ältesten „Diluvial"-Schotter des Unter-Elsass in das Pliocän stellen müssen.

In neuester Zeit ist ferner eine Arbeit von du Pasquier erschienen, welche gleichfalls zu dem Ergebnisse gelangt, dass die ältesten Flussschotter der Nordschweiz dem Pliocän angehören.

Diese schweizerischen Flussschotter sind deswegen besonders merkenswert, weil sie auf das engste mit den einstigen Gletschererscheinungen dieses Landes verknüpft sind. Da nun auch für Württemberg die weitere Frage einer einstigen Vergletscherung der Alb wegen ihrer Beziehung zu der engeren Frage einer Mitwirkung der Gletscher bei Ablagerung unserer vulkanischen Tuffe ins Auge gefasst werden musste; da ferner das Gebiet der Schweiz dem unserigen verhältnismässig nahe gelegen ist; da sodann auch in dem ebenfalls uns benachbarten südlichen Baden Steinmann an du Pasquier's Untersuchungen anknüpft und ebenso E. Fraas für Nord-Württemberg auf dieselben Bezug nimmt; da endlich Penck schon vor du Pasquier für Oberbayern, in neuester Zeit auch für Oberschwaben, zu Anschauungen gelangte, welche sich mit denjenigen des letzteren decken, so ist behufs sorgfältiger Prüfung der Frage, ob Gletscher bei der Bildung unserer Tuffbreccien überhaupt mitwirken konnten, zunächst eine genauere Erörterung dieser Verhältnisse erforderlich.

Eine umfassende Darlegung der Verknüpfung von Moränen und Flussschottern und eine vorzügliche Übersicht über die Entwickelung unserer diesbezüglichen Anschauungen gab Penck[1]. Er zeigte, wie

---

[1] Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Gekrönte Preisschrift. Leipzig bei Barth, 1882. S. 129 pp.

bereits 1844 BLANCHET[1] zum ersten Male mit voller Bestimmtheit die Ansicht geäussert habe, dass in den Alpen Geröllablagerungen und Moränen zu einander in Beziehung stehen. „Moränen und geschichtete Ablagerungen bilden ein einheitliches Ganze, sie beide zusammen bauen die Glacialformation auf," das ist die Erklärung, zu welcher PENCK gelangt. Er nennt daher derartige Flusskiese „fluvioglaciale" Schotter.

In dem von ihm untersuchten Gebiete der deutschen Alpen und ihres nördlichen Vorlandes unterscheidet PENCK ausser den in den Flussthälern, bezw. an deren Gehängen, auftretenden zwei verschiedenen Kies- oder Schotterterrassen noch einen „Deckenschotter", wie er die sonst als „diluviale oder löcherige Nagelfluh" bezeichneten Flusskiese nennt. Dieser Deckenschotter bildet in dem nördlichen Vorlande der Alpen eine zwischen Iller und Lech sogar bis an die Donau sich ausbreitende weite Decke, in welchen die Flüsse ihre Betten gegraben haben. Dieselbe ist eine echte Flussbildung; entstanden dadurch, dass die den Alpen entströmenden Flüsse unablässig ihre Betten verlegten und ihre Schottermassen auf solche Weise weithin ausgossen.

Da dieser Deckenschotter, ganz ebenso wie die Terrassenschotter, erratisches Material führt, so ist er nach PENCK (l. c. S. 303) gleichfalls eine echte Glacial-Flussanschwemmung und dient als Beweis dafür, dass vor und während seiner Ablagerung bereits eine älteste Vergletscherung bestand. Nach PENCK's früherer Auffassung ist der Deckenschotter jedoch noch diluvialen Alters, wogegen DU PASQUIER ihn für die Nordschweiz in das Pliocän verweist. Welcher Art sind nun die Beziehungen dieser fluvioglacialen Schotter zur Eiszeit?

Nach den Untersuchungen von PENCK und DU PASQUIER haben wir in Österreich, Bayern und der Nordschweiz die Beweise für drei aufeinanderfolgende Vergletscherungen. Hand in Hand mit dem thalabwärts erfolgenden Vordringen des Eises ging natürlich stets auch ein solches grosser Gesteinsmassen, der Moränen. Durch die jedesmaligen Schmelzwasser wurde dann dieser Moränenschutt dreimal thalabwärts geschwemmt, dabei gerollt, seiner polierten und gekritzten Oberfläche beraubt, und in den Thälern abgesetzt. So erhalten wir aufeinanderfolgend den Decken-, den Hochterrassen-, den Niederterrassenschotter. Ein jeder dieser drei Flussschotter ist die Folge

[1] Terrain erratique alluvien du bassin du Léman. Lausanne 1844. S. 8. Ich citiere nach Penck S. 271.



einer der drei Vergletscherungen. Wie nach du Pasquier die älteste dieser letzteren schon oberpliocänen Alters sein soll, so wäre das auch der aus deren Moränen hervorgegangene Deckenschotter, die löcherige Nagelfluh. Die beiden anderen Vergletscherungen, also auch die beiden aus deren Moränen hervorgegangenen Schotter, sind diluvial. In solcher Weise sind die Flussthäler dreimal hintereinander während der drei Vergletscherungen durch Schottermassen angefüllt geworden. In den zwischen jenen drei Vergletscherungen liegenden beiden Interglacialzeiten und in der postglacialen Epoche haben wir dagegen drei Perioden der Wiederausfurchung dieser Thäler; denn wenn die Gletscher sich zurückziehend abschmolzen, also immer weniger Moränenzufuhr erfolgte, während gleichzeitig immer mehr Schmelzwasser entstand, mussten diese Schmelzwasser, welche vorher ablagernd, auffüllend gewirkt hatten, nunmehr nach ihrer Vermehrung wieder eine abtragende, ausfurchende Thätigkeit entfalten. Es scheint, als wenn die älteste Intraglaciale- bezw. Erosionszeit viel länger dauerte, als die zweite.

Im allgemeinen waren dieselben Thalläufe, welche wir heute besitzen, bereits zur, wie du Pasquier will, pliocänen Zeit der ersten Vergletscherung vorhanden, so dass Auffüllung und Wiederausfurchung je dreimal immer wieder in denselben Thalrinnen erfolgte. Nur ausnahmsweise brach das Schmelzwasser sich hier und da ausserhalb des alten, mit Schotter erfüllten Flusslaufes eine Bahn. Aber die Tiefe dieser Thalrinnen war nicht stets dieselbe. Zur Zeit der ältesten Vergletscherung stand die Ausfurchung der Alpenthäler noch weit hinter ihrer heutigen Tiefe zurück, wie das aus den Gesteinsarten des Deckenschotters hervorgeht. Im Rheinthale lag die Thalsohle möglicherweise 80—100 m höher als jetzt. Wie tief die Thäler waren, welche dann die zweite Vereisung antraf, ist fraglich. Es scheint indessen, dass sie auch damals bereits ziemlich tiefe Rinnen bildeten. Dieselben wurden nun etwa 100 m hoch mit Schotter angefüllt. Zur Zeit der letzten Vereisung waren jedenfalls die grossen Thäler der Nordschweiz bereits ebenso tief wie heute; so dass also die jetzigen Gewässer sich erst bis zur Thalsohle dieser früheren durch deren Schotterausfüllung hindurch eingeschnitten haben.

Indem nun bei diesem dreimaligen Einschneiden und Ausgraben immer Fetzen der bisherigen Schotterausfüllung an den Thalgehängen bezw. oben auf den Bergen liegen blieben, erhielten wir übereinander in dreifach verschiedener Höhenlage den Decken-, Hoch- und Niederterrassenschotter.

Nachdem wir das Obige vorausgeschickt haben, wird es nun leichter sein, das im folgenden zu beschreibende Verhalten dieser drei Schottermassen zu verstehen.

Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Niederterrassen in der Nordschweiz ist es, dass in der Regel die grössten Gerölle nur wenig, 1—3 m, unter der Oberfläche der Terrasse liegen; in den unteren Teilen der letzteren finden sich dagegen vorwiegend kleine Gerölle [1]. Auch im Diluvium der Thäler des Schwarzwaldes lässt sich nach Schill [2] das gleiche Verhalten erkennen.

Verfolgt man nun diesen Niederterrassenschotter thalaufwärts, so beginnt mit der Annäherung an die Moränen der letzten Vereisung, aus denen er hervorging, in dem Schotter, und zwar in seinen höchsten Lagen, zunächst eine Beimengung von Gesteinen geringerer Abrollung. Der Prozentsatz dieser mehr eckigen Stücke nimmt bei noch weiterer Annäherung zu; und etwa 3—6 km unterhalb der Moräne stellt sich eine wahre Blockfacies der Schotter ein, indem mitten im groben Kiese kleine erratische Blöcke und scharfkantige Geschiebe auftreten. Aber selbst noch recht nahe unterhalb der Moränen wird man sich doch vergeblich bemühen, gekritzte Geschiebe im Terrassenschotter zu finden. Dieses Merkmal der Abstammung aus der Moräne wird also sehr schnell im Flusse abgerieben [3], wie das auch Penck hervorhebt (l. c. S. 137).

Ganz nahe an der Moräne endlich geht die Oberfläche dieses Niederterrassenschotters durch einen etwas steiler geneigten „Übergangskegel“ in die Moräne über, so dass sich hier eine scharfe Grenze zwischen der letzteren, rein glacialen und der ersteren fluvioglacialen gar nicht mehr ziehen läst. Dieser Niederterrassenschotter gehört also der letzten Vereisung an. Mindestens gilt das von seinen höheren Lagen, denn seine unteren Schichten unterteufen noch die Moräne.

Während die geschilderte Niederterrasse eine ebene Oberfläche darbietet, ist das bei der in höherem Niveau befindlichen Hochterrasse nicht der Fall. Die Oberfläche dieser letzteren ist vielmehr uneben, sie besitzt Erhöhungen und Vertiefungen. Da sie ferner mit Gletscherschutt, einer Grundmoräne, bedeckt ist, so wird klar, dass jene Unebenheiten erst nach ihrer Bildung und zwar dadurch entstanden,

---

[1] Léon du Pasquier, Über die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz. S. 24. Bern 1891. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz.

[2] Geologische Beschreibung der Umgebung von Waldshut. S. 28. Karlsruhe 1866.

[3] Ebenda. S. 25.

dass sich ein Gletscher über ihre Oberfläche fortbewegte. Ein drittes Merkmal bildet sodann der Löss bezw. Lösslehm, welcher seinerseits wieder über dieser Moräne liegt. So haben wir denn von oben nach unten auf diesen Hochterrassen das folgende Profil:

Lösslehm,
Grundmoräne der vorletzten Vereisung,
Hochterrassenschotter.

Auch im südlichen Baden giebt STEINMANN[1] eine ähnliche Lagerung an.

Da nun diese Grundmoräne der vorletzten Vereisung angehört, so folgt, dass der unter ihr liegende Hochterrassenschotter älter als diese sein muss, zum Teil ist er ihr auch gleichalterig, da er aus ihren Moränen hervorgegangen ist. Vorher sahen wir, dass der Niederterrassenschotter gleichalterig (bezw. zum Teil etwas älter) mit der letzten Vereisung ist. Mithin ist der höher liegende Hochterrassenschotter älter als der tieferliegende Niederterrassenschotter. Es liegt also nicht etwa die höhere Terrasse auf der niederen, sondern die niederere ist in die höhere eingesenkt.

In dem in Rede stehenden Hochterrassenschotter der Nordschweiz wurden bisher noch keine organischen Reste gefunden. Dagegen zeigten sich im Niederterrassenschotter *Elephas primigenius* und *Bos primigenius.*

Nun giebt es, wie wir sahen, ausser dem Nieder- und dem in höherer Lage befindlichen Hochterrassenschotter noch eine dritte, in abermals höherer Lage auftretende Schottermasse: die löcherige Nagelfluh, der Deckenschotter PENCK's. Trotz ihres anderen Namens, ihrer deckenartigen Ausbreitung, ihrer häufig infolge des höheren Alters zerfressenen und hohl gewordenen Gerölle und ihrer nicht seltenen Cementierung ist diese Nagelfluh doch, wie PENCK zeigte, in ganz gleicher Weise ein Flussschotter wie jene beiden; und zwar ebenfalls ein fluvioglacialer, weil er auch erratische Gesteine führt.

In der Schweiz erklärte man den Deckenschotter bisher allgemein für diluvialen Alters und meinte wohl, dass er seitlich von den Gletschern, auf Bergrücken sich gebildet habe. Da derselbe an vielen Stellen von Moränen der vorletzten Vereisung überlagert wird, so muss er zum Teil bereits beim Vorrücken der Gletscher dieser vorletzten Vereisung vorhanden gewesen sein. Da er aber selbst

---

[1] Die Moränen am Ausgange des Wehrathals. Bericht üb. d. 25. Vers. d. oberrhein. geol. Vereins zu Basel. Separatabdruck S. 3 und Profil.

auch gekritzte Geschiebe und grosse erratische Blöcke enthält, welche auf eine grosse Nähe von Gletschern zur Zeit seiner Bildung deuten, so meint DU PASQUIER, dass wir hier den Beweis einer vorvorletzten dritten Vergletscherung vor uns haben. Ganz dieselben Verhältnisse also, welche in dem östlicher gelegenen Teile der Alpen und ihres Vorlandes PENCK zur Annahme einer dreifachen Vergletscherung bewogen, walten auch im Vorlande der westlicheren Alpen vor.

Für die Bestimmung des Alters dieses Deckenschotters fehlt, ganz wie beim Hochterrassenschotter, jeglicher palaeontologische Anhaltspunkt. Der einzige Umstand, dass SCHILL im Deckenschotter *Helix hispida* fand, beweist nur, dass derselbe nicht älter als pliocän sein kann. Lediglich die Vergleichung mit benachbarten Bildungen, welche in dieser Beziehung mehr begünstigt sind, vermag uns Anhaltspunkte für die Beurteilung des Alters zu geben.

Oberbayern lässt uns im Stiche, da hier gleichfalls keine organischen Reste im Deckenschotter gefunden worden sind. Wohl aber ist das im Rhônethal der Fall. In der Umgegend von Lyon werden nach FONTANNES[1] und DELAFOND[2] gleichfalls drei verschiedene, terrassenbildende Schottermassen unterschieden. Die älteste derselben, die Alluvion des plateaux, enthält bei Lyon *Elephas meridionalis* und *Mastodon arvernensis*. Es scheint, dass sie gleichalterig ist mit den höchsten Terrassen, welche DELAFOND im Rhônethal unterscheidet. Diese sind in die blauen Mergel des Oberpliocän eingesenkt und führen gleichfalls *Mastodon arvernensis*. Es handelt sich hier also um oberpliocäne Bildungen und wenn der Deckenschotter mit diesen gleichalterig ist, wie das DU PASQUIER will, so gehört er gleichfalls dem Oberpliocän an. Demzufolge fiele dann auch die ihm gleichalterige oder zum Teil schon vorhergegangene älteste der drei Vergletscherungen in diese Zeit. Auch die Armut an Sernifitgesteinen im Deckenschotter, welche letztere in den jüngeren Schottern sehr häufig sind, spricht dafür, dass die Ablagerung desselben in ziemlich ferne Zeit zurückreicht.

Wir haben damit die Verhältnisse dieser drei fluvioglacialen Schottermassen betrachtet. Für eine etwaige Nutzanwendung dieser Dinge auf die schwäbischen Verhältnisse ist es nun aber nötig, ganz genau alle Eigenschaften zu kennen, durch welche ein solcher glacialer Flusskies gegenüber allen anderen nicht glacialen ausgezeichnet ist,

---

[1] Bulletin soc. géol. France. t. XIII. 1884. S. 59.

[2] Ebenda. t. XV. 1886. S. 65.

durch welche er also seine Abstammung aus Moränen sicher verrät. Gesteinsmassen, welche sicher als Moränen erkennbar wären, fehlen, wie wir sahen, in unserem vulkanischen Gebiete von Urach und seiner Umgebung. Nun wäre es ja aber denkbar, dass früher in demselben vorhanden gewesene Moränen später gänzlich zerstört und ihr Gesteinsmaterial zu solchen fluvioglacialen Schottermassen umgelagert worden wären; so dass wir aus dem jetzigen Vorhandensein dieser letzteren auf das einstige jener ersteren zurückschliessen könnten.

Nach du Pasquier „sind die physischen Merkmale eines Glacialschotters, die jede Alluvion besitzen muss, welche als fluvioglacial gedeutet wird," die folgenden:

1) Zunächst ist es die Wechsellagerung von Schotter und Moräne in den der letzteren zunächst liegenden Teilen des Schotters. Ein derartiges Merkmal fehlt allen Flusskiesen unserer Gegend durchaus, denn es sind eben keine Moränen vorhanden.

2) Beim Hoch- und Niederterrassenschotter findet eine Zunahme der Grösse der Gerölle nach oben hin statt. Dieses Merkmal, welches nach du Pasquier „charakteristisch" für fluvioglaciale Kiese ist, scheint bei unseren Schottern nicht nur nicht vorhanden zu sein, sondern eher in das Gegenteil umzuschlagen. Deffner berichtet z. B. über Grabungen im Neckarthale bei Esslingen, welche ergaben, dass die Grösse der Gerölle im Flusskiese gerade in den untersten Schichten eine sehr viel bedeutendere als in den oberen war[1]. Die Rollsteine erreichten am Boden der Ablagerung Centnerschwere, wie solche den heutigen Neckargeröllen dieser Gegend gar nicht mehr zukommt. Ganz dieselben Verhältnisse zeigten sich beim Bau der Eisenbahnbrücke über die Lauter bei Wendlingen.

3) Wichtiger ist das Auftreten von übermässig grossen eckigen Blöcken mitten in einem Kiese von geringer Korngrösse. Es ist mir nichts von derartigen Vorkommnissen in unserem schwäbischen Gebiete bekannt; auch in den Begleitworten zu den einzelnen Blättern finde ich nichts Derartiges hervorgehoben. Ich muss es daher dahingestellt sein lassen, ob dieses Merkmal sich in unserem Gebiete finden könnte.

4) Entscheidend für die glaciale Natur eines Flusskieses ist aber nur das erratische Vorkommen von Geschieben. D. h., entscheidend ist allein das Auftreten von Gesteinen, welche an ihre

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 46.

jetzige Stelle nur gelangt sein können, nachdem sie einen Höhenrücken oder ein Wasserbecken überschritten hatten; oder das Vorkommen von so weichen Gesteinen, welche an ihre jetzige Lagerstätte durch einen langen Wassertransport gar nicht gelangen konnten, ohne zu Sand und Schlamm zerrieben zu sein. Gerade dieses, nach DU PASQUIER einzig entscheidende Merkmal aber versagt vollständig, wenn wir unsere Schottermassen daraufhin prüfen. Zunächst einmal fehlen Gesteine solcher Art, welche über trennende Höhenrücken oder Wasserbecken verfrachtet sein könnten. Unsere Schotter führen nur Jurakalke, Muschelkalk und Buntsandstein, und für das Auftreten dieser giebt es allerorten eine Erklärung einfach durch den Wassertransport.

Das Fehlen dieses wichtigsten Merkmales aber ist in unserem Sonderfalle nicht entscheidend, weil bei uns die Verhältnisse viel schwieriger liegen wie in der Schweiz. DU PASQUIER hat ein Land vor Augen, in welchem, wie in den Alpen, durch die Verschiedenartigkeit der Gesteine leicht die Fremdlingsnatur derselben in einem bestimmten Gebiete nachzuweisen ist. Wir haben eine eintönige Hochfläche, die Alb, welche infolge wagerechter Schichtenlage und Tafelbergbildung nur aus Weiss-Jurakalken besteht. Wie soll man da entscheiden, ob ein Stück dieses Kalkes, welches auf dem Ostende der Alb liegt, aus nächster Nähe oder von dem weit entfernten Westende derselben herstammt? Oder wie soll man im Vorlande der Alb einem Weiss-Jurageröllе ansehen, welchem Ende der Hochfläche es entnommen ist?

Man sieht, die Prüfung führt zu keiner Entscheidung, welche durchaus endgültig zweifellos genannt werden könnte. Am Schlusse des vorigen Kapitels ergab sich, dass als solche erkennbare Moränen oben auf der Alb nicht vorhanden sind[1]. Am Schlusse dieses findet sich, dass das Dasein etwaiger umgearbeiteter Moränen, fluvioglacialer Schotter, sich nirgends verrät. Eine ehemalige Vergletscherung der Alb wird damit noch weniger wahrscheinlich. Aber eine zweifellose Gewissheit lässt sich bisher nicht erzielen; denn wenn die Alb ihre eigene Eiskappe besessen hätte, wenn also die Grundmoräne dieser lediglich aus Weiss-Jurakalk gebildet worden wäre, dann könnte

[1] Natürlich abgesehen vom S.-Rande.

diese Grundmoräne, nun zersetzt, dem Verwitterungsboden der Alb ähnlich sehen und die aus dieser hervorgegangenen fluvioglacialen Schotter könnten gewöhnlichen Flussschottern völlig gleichen.

Ein entscheidendes Merkmal aber giebt es doch, welches freilich sehr mühsam in seiner Anwendung ist. Die Oberfläche der Alb wird durch Kalke verschiedener Weiss-Jurastufen gebildet. Ist sie nur von Verwitterungsboden bedeckt, so darf z. B. auf β nur β-Kalk im Lehm liegen; auf ζ nur ζ-Kalk u. s. w., soweit solche Stücke nicht etwa von umliegenden Höhen herabgerollt sein können. Ist dagegen eine Grundmoräne vorhanden, so müssen z. B. auf β auch Kalkstücke von γ, δ, ε, ζ liegen und umgekehrt. Mir ist solch Verhalten nicht bekannt.

Sind die ältesten Flussablagerungen des Neckars in unserem Gebiete pliocänen Alters?

Höhen, bis zu welchen in Württemberg alte Flussablagerungen über die heutige Thalsohle ansteigen. Höhen, bis zu welchen diluviale Tierreste in diesen Ablagerungen gefunden wurden. Wahrscheinlicher sind die höchstgelegenen Neckarschotter in unserem Gebiete, zwischen Plochingen und Horb, diluvial. Gegenseitiges Längenverhältnis der Zeiträume Mittelmiocän + Pliocän zu Diluvium + Alluvium, geschlossen aus der Rückzugslinie des NW.-Randes der Alb.

Im vorhergehenden Abschnitte haben wir gesehen, dass es an einer ganzen Anzahl von Orten — in Norddeutschland, Thüringen, Elsass, Schweiz, Frankreich — Flussschotter giebt, welche früher für diluvial gehalten wurden, jetzt aber als jungpliocän erkannt worden sind. Für die Beurteilung der zu mittelmiocäner Epoche noch stattgefundenen Ausdehnung der Alb über den Neckar hinüber ist es nun wünschenswert festzustellen, ob auch die ältesten Schotter auf den, den Neckar begleitenden Liashöhen ebenfalls noch jüngstpliocänen Alters sind. Ist nämlich letzteres der Fall, dann ist damit der Beweis geliefert, dass in der jüngstpliocänen Epoche die Alb bereits von diesen Neckarhöhen abgewaschen war. Wir würden damit einen Anhaltspunkt gewinnen für die verhältnismässige Länge der beiden Zeiträume, welche lagen zwischen der mittelmiocänen bis zur jüngstpliocänen Epoche und zwischen der letzteren bis zum Heute. Denn es müsste ja der gegen SO. zurückweichende nordwestliche Steilrand der Alb in diesem Falle in dem ersten der beiden Zeitabschnitte von der Stuttgarter Gegend bis südlich vom Neckar zurückgewichen sein; und in dem zweiten Zeitabschnitte von da bis zum heutigen Verlaufe desselben. Der erstere Zeitraum müsste

mithin ein längerer sein als der letztere, da erstere Strecke länger ist als letztere.

Wir wollen zunächst feststellen, bis zu welchen Höhen sich alte Flussablagerungen des Neckars und seiner Nebenflüsse über deren heutiger Thalsohle erheben.

Wie in zahlreichen anderen Gegenden, so finden wir auch in Schwaben diese Bildungen in der Weise entwickelt, dass die Schottermassen häufig von Lehm bedeckt werden. Auf vielen Höhen längs des Neckars sind auf solche Weise die Gerölle ganz unter der Lehmdecke verborgen [1]. Der Lehm kann fehlen; wo er aber vorhanden ist, da liegt er stets über, nie unter dem Schotter. Auch der Schotter kann unter dem Lehm fehlen; dann liegt der Lehm auf älterem Gebirge. Verfolgen wir nun die Höhenlage der Schotter beim Neckar und einigen Nebenflüssen desselben, so ergiebt sich das folgende Bild:

Auf Blatt Tuttlingen, westlich von Denkingen, liegt auf den „Hohenberg" genannten Feldern eine grosse Menge von Geröllen, welche dem Jura, Muschelkalk und Buntsandstein angehören [2]. Dieser Flussschotter, welcher also ganz so zusammengesetzt ist wie der heutige Neckarkies, liegt etwa 270 Fuss über dem Spiegel der Prim, welche oberhalb Rottweil in den jugendlichen Neckar mündet.

Auf den Höhen um Rottenburg, oberhalb Tübingen, sind die alten Flussschotter durch ein thonig-sandiges Bindemittel zu einer Art Nagelfluh verbunden, welche jähe Felswände bildet. Sie liegen gegen 300 Fuss über dem heutigen Wasserspiegel und sind dadurch gekennzeichnet, dass der Buntsandstein unter den Geröllen noch fehlt. Anders verhalten sich die tiefer gelagerten Schotter, wie z. B. im Salzgarten, südöstlich von Tübingen. Diese nur bis zu 100 Fuss über dem heutigen Spiegel liegenden Flussablagerungen bestehen, ganz wie der heutige dortige Neckarkies, vorherrschend aus Muschelkalk mit Buntsandstein [3].

Am Galgenberge bei Tübingen findet man die alten Gerölle der in den Neckar fliessenden Steinlach in 200 Fuss Höhe über dem heutigen Wasserspiegel.

Unterhalb Tübingen, bei Unterboihingen [4], fliesst die Kirchheimer Lauter in den Neckar. Die ganze linke Seite dieses Lauterbaches

---

[1] Vergl. O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Stuttgart. S. 14.

[2] Begleitworte zu den Blättern Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1881. S. 33.

[3] Begleitworte zu Blatt Tübingen. 1865. S. 14.

[4] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 45.

ist mit alten Kiesablagerungen überschüttet, welche sich bis zu 200 Fuss Höhe über das Lauterthal hinaufziehen. Ebenso finden sich in jener Gegend auf den den Neckar begleitenden Höhen alte Flussgerölle gegen 200 Fuss über der jetzigen Thalsohle. Lauter und Neckar scheinen einst über die Hochfläche von Köngen direkt nach Oberesslingen geflossen zu sein; denn alte Kiese derselben liegen dort oben, bis zu 270 Fuss über der Thalsohle des Neckars. Noch weiter abwärts, in der Nähe von Plochingen, gehen nach DEFFNER alte Weiss-Jurageröllmassen des Neckars bis auf die Höhe des Schurwaldes[1]; das wären sogar etwa 5—600 Fuss Höhe über der Thalsohle!

Südlich von Plochingen fällt die Fils in den Neckar. An den Gehängen dieser Fils ziehen sich alte Flussschotter östlich von Göppingen und nördlich vom Stadtbach bis gegen 100 Fuss Höhe hinauf und im Steinigterrain, südwestlich Salach, steigen sie 136 Fuss über den nahen Filsspiegel an[2]. Abermals weiter stromabwärts finden sich[3] über dem Neckarbette alte Flusskiese am Rosenstein in 80 Fuss, auf dem Freiberg bei Mühlhausen in 189 Fuss, am Wiesenhäuser Hof in 208 Fuss Höhe. Auf den die Enz begleitenden Höhen reichen sie bis in eine Höhe von 335 Fuss an anderen Orten bis 400 Fuss über den Enzspiegel hinauf[4]. Noch weiter Neckarabwärts, am Schrambügel bei Gundelsheim, liegen alte Flusssande, die sich in das badische Gebiet hinein fortsetzen bis zu 450 Fuss Höhe über dem Neckarspiegel.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass im Gebiete des Neckars alte Flussablagerungen sich bis zu 150 und mehr Meter Höhe über der jetzigen Thalsohle finden. Es ist nun weiter unsere Aufgabe, festzustellen, bis in welche Höhe über der heutigen Thalsohle sich in diesen alten Flussbildungen Reste diluvialer Tiere finden.

Schon im Jahre 1851 giebt JÄGER eine stattliche Reihe von Fundorten diluvialer Säugetiere an, welche sich in den Flussablagerungen des Neckars gefunden haben und äussert sich über diese etwa in der folgenden Weise:

„Das Flussgebiet des Neckars wird begleitet von seinem Ur-

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 44.

[2] Begleitworte zu Blatt Göppingen. S. 15.

[3] Begleitworte zu Blatt Stuttgart. S. 14.

[4] Begleitworte zu Blatt Stuttgart. S. 14, zu Blatt Besigheim und Maulbronn. S. 20.

sprunge an durch eine stattliche Reihe von Fundorten diluvialer Säugetiere: Schwenningen, Rottenburg, Tübingen, Reutlingen, Geislingen, Weilheim, Oberensingen, Untertürkheim, Cannstatt, Stuttgart, Münster, Waiblingen, Plüderhausen, Beutelsbach, Schorndorf, Marbach, Mundelsheim, Bietigheim, Heilbronn, Weinsberg, Schwäbisch-Hall, Steinkirchen, Hohenlohe-Kirchberg a. d. Jagst."

Ganz vorwiegend fanden sich an diesen Orten Reste von *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius* und *Equus*[1].

Die Zahl dieser Fundorte ist allmählich noch erweitert worden. Allein da man überhaupt erst in neuerer Zeit eine Gliederung der diluvialen Flussablagerungen vorgenommen hat, so fehlen hier, wie auch in anderen Ländern, bei diluvialen Tierresten meistens genaue Angaben über die Höhe innerhalb der Ablagerungen, in welcher diese Reste gefunden wurden. Wir können dies daher nur bei einem kleinen Teile derselben feststellen.

Ich will in der Gegend von Tübingen beginnen. Dort liegen alte Flussschotter selbst bis zu 100 m (Rottenburg) über der heutigen Thalsohle. Die Reste diluvialer Tiere aber sind nicht in ersteren gefunden worden, sondern mehr in der letzteren. So spricht QUENSTEDT[2] von den Backenzähnen des *Elephas primigenius*, welche „zuweilen von Badenden im Kiese des Neckarbettes, auf das trefflichste erhalten, gefunden werden". An anderer Stelle spricht sich QUENSTEDT[3] über diese Verhältnisse auf Blatt Tübingen etwas eingehender mit folgenden Worten aus: „Diluvium mit Mammutsknochen findet sich mehr in den Thälern, als Kies und Lehm ..." Ganz unten, „da wo die Flut den Boden schürfte, nicht selten noch ganz in den Keuper versenkt[4], liegen die ältesten Mammutknochen; dann kommen sie aber auch in höheren Schichten (nämlich des Schotters) ... vor, selbst im Bette des Neckars wurde ein prachtvoller Zahn gefunden" (bei Rottenburg, 1 Stunde oberhalb Tübingen). Aus dem Gesagten folgt als zweifellos, dass diese Reste bei Tübingen im Schotter der Thalsohle liegen, dass also der Neckar in diluvialer Zeit bereits zu derselben Tiefe das Thal ausgegraben hatte, in welchem er heute fliesst. Möglicherweise besass er in diluvialer Zeit

---

[1] Jäger, Über die Fundorte fossiler Überreste von Säugetieren. Diese Jahresh. Bd. VII. 1851. S. 176.

[2] Das mineralogische und geognostische Institut der Universität Tübingen. Tübingen bei Laupp 1889. S. 5.

[3] Begleitworte zu Blatt Tübingen. 1865. S. 14.

[4] Der Keuper bildet bei Tübingen den Thalboden.

sogar schon ein etwas tieferes Thal als heute[1]. DEFFNER berichtet nämlich, dass man beim Ausheben des Wasserkanales der Baumwollspinnerei zu Esslingen überall eine $1^1/_2$—3 m mächtige Kiesschicht antraf. In dieser fand man Gerölle bis zu Centnerschwere, also von einer Grösse, wie sie der Neckar heute dort nie mehr schiebt. Diese $1^1/_2$—3 m mächtige Kiesschicht ist also wohl schon in der Diluvialzeit vom Neckar dort abgelagert worden; und der heutige Fluss hat sie noch nicht aus seinem Thale entfernt.

Gehen wir nun von Tübingen aus stromaufwärts bis nahe an die Quelle des Neckar, so ergiebt sich hier Gleiches. Wiederum wurden in der Sohle des Neckarthales, dicht unterhalb Schwenningen, im Flusskiese Reste von *Eleph. primigenius, Rhinoc. tichorhinus* etc. gefunden[2].

Wenden wir uns umgekehrt von Tübingen aus stromabwärts, so kommen wir an die berühmte Fundstelle bei Cannstatt. Hier wurden Reste diluvialer Säuger, besonders des Mammut, in überaus grosser Zahl gefunden; z. T. im Schotter, vor allem aber im Lehm. Im letzteren[3] fand man sie in einer Tiefe von 10—18, selbst auch bis 28 Fuss, unter der Oberfläche desselben. In liebenswürdiger Weise gab mir Herr Kollege E. FRAAS die folgende nähere Auskunft in Bezug auf Funde, welche er selbst an Ort und Stelle zu beobachten Gelegenheit hatte. Derselbe fand bei Cannstatt Zähne im typischen Hochterrassenschotter, und zwar an der Ziegelei von Münster, 50 m über dem Spiegel des Neckars[4], am Sulzerrain 40 m[5]. Eine grosse Ausbeute an Mammut, *Rhinoceros*, *Bos primigenius* u. s. w. ergab sich am Bahneinschnitte oberhalb der Uffkirche im Lehm, an dessen Sohle ein kleines Kieslager auftritt; die Höhe über der Thalsohle betrug hier 20—40 m[6].

Die zahlreichen diluvialen Knochen und Zähne, welche 1860 bei Stuttgart ausgegraben wurden[7], fanden sich dagegen, nicht wie dort mitten im Lehm, sondern unter demselben in dem aus Keuper

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 46.

[2] Begleitworte zu den Blättern Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1881. S. 32.

[3] Jäger, Über die Fundorte von fossilen Säugetieren. Diese Jahresh. Bd. VII. 1851. S. 169. Ferner O. Fraas, Die Mammut-Ausgrabungen zu Cannstatt im Jahre 1700. Ebenda. Bd. XVII. 1861. S. 112.

[4] Meereshöhe 260 m; Spiegel des Neckars 210 m.

[5] Meereshöhe 250 m; Spiegel des Neckars 209 m.

[6] Meereshöhe 230—250 m; Spiegel des Neckars 208 m.

[7] Begleitworte zu Blatt Stuttgart. S. 12.

bestehenden Gehängeschutt, welcher dem Keuper auflagert. Schon im Jahre 1845 berichtet v. SEYFFER über solche Erfunde auf dem Rosenstein bei Stuttgart. Dort liegen, wie er sagt, diluviale Schichten auf dem Keuper, welche dessen Mulden ausfüllen. Nicht nur in diesen, sondern auch im Thale selbst hat man diluviale Schnecken und Mammutreste gefunden[1].

Gleichfalls im Lehm bezw. Löss fanden sich Reste von *Elephas primigenius*, *Cervus megaceros* etc. in der Gegend von Heilbronn, Lauffen, Bietigheim[2]. Es sind das Gebiete, in welchen der Lehm eine ungemein grosse, bis 50 Fuss erreichende Mächtigkeit besitzt. Derselbe lagert dort in der Regel auf Geröllen, bisweilen auch unmittelbar auf dem triassischen Grundgebirge. Herr E. FRAAS fand sie bei Bietigheim, der nach Cannstatt und Stuttgart nächstreichen Fundstätte, unten im Bette der Enz; bei Heilbronn im Hochterrassenschotter bis zu 45 m über dem Neckarspiegel. Ähnliches folgt aus der dem unten Vermerkten entnommenen Angabe, dass eine Kiesgrube an der Landstrasse von Heilbronn nach Schwaigern den Backenzahn von *Elephas primigenius* lieferte[3]. Diese Kiesgrube kann nur in dem Schottergebiete zu suchen sein, welches sich auf dem linken Thalgehänge des Neckars befindet und etwa 25—30 m über der heutigen Thalsohle liegt.

Mit diesen verhältnismässig geringen Angaben endet die Zahl der Fundorte diluvialer Säuger, über deren Lagerung ich genauere Auskunft beschaffen konnte. Fassen wir das Gesagte zusammen, so erhalten wir das folgende Bild: Reste diluvialer Tiere fanden sich bei

Schwenningen im Schotter, in der Thalsohle.
Tübingen im Schotter, in der Thalsohle.
Cannstatt im Hochterrassenschotter und Lehm, 20—50 m über der Thalsohle.
Stuttgart im Gehängeschutt des Keupers unter dem Lehm.
Bietigheim im Schotter, in der Thalsohle.
Heilbronn im Hochterrassenschotter, bis 45 m über der Thalsohle.

An allen genannten Fundorten, von welchen die Höhenlage diluvialer Reste genau festgestellt werden konnte, ergab sich mithin deren Lagerung teils in der Thalsohle, teils in der Hochterrasse bis zu 50 m über

[1] v. Seyffer, Beschreibung des Diluviums im Thale von Stuttgart und Cannstatt. Diese Jahresh. Bd. I. 1845. S. 196.
[2] Begleitworte zu den Blättern Besigheim und Maulbronn. 1865. S. 21.
[3] Begleitworte zu den Blättern Besigheim und Maulbronn. 1861. S. 21.

letzterer. Aus den sehr viel höher gelegenen Flussablagerungen, welche sich bis zu mehr als 150 m über dem Neckarspiegel erheben, sind dagegen keine Reste bisher bekannt geworden.

Ganz kurz möchte ich ähnliche Verhältnisse der Donau einschalten. Östlich von Tuttlingen wird beim Häuserbau ein lehmiger Formsand, dem Diluviallehm angehörig, aufgeschlossen, welcher vorzüglich erhaltene Zähne und Knochen von *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus*, *Bos*, *Cervus* etc. enthält[1]. Tuttlingen aber liegt in der Thalsohle des Donauthales.

Bei Hausen an der Donau wurden im Kalktuff Fussknochen eines Elefanten gefunden[2]. Auch 8 km stromaufwärts, bei Langenbrunn im Donauthale, ergab sich eine stattliche Anzahl diluvialer Säuger — Mammut, *Rhinoceros*, Rentier, Murmeltier, Hamster u. s. w. — im Kalktuff[3]. Dieser sehr harte, diluviale Kalktuff hat sich in einer kleinen Seitenschlucht des Donauthales abgesetzt und liegt hier nur wenige Meter über der Thalsohle des Flusses.

Also auch für die Donau in ihrem obersten Laufe ergiebt sich, dass zu jenem Abschnitte der Diluvialzeit, in welcher das Mammut hier lebte, das Flussthal bereits ebenso tief ausgefurcht war wie heute.

Ich lasse jedoch diese Verhältnisse der Donau unberücksichtigt und verweile nur bei den, den Neckar betreffenden, oben aufgeführten Thatsachen. Aus diesen letzteren lässt sich zunächst der Schluss mit voller Sicherheit ziehen, dass das Neckarthal in dem Zeitabschnitte der Diluvialepoche, während dessen Mammut, *Rhinoceros*, Wildpferd u. s. w. an seinen Ufern lebten, bereits ebenso tief ausgefurcht war wie heute. Ich spreche absichtlich nur von einem Teile der Diluvialzeit, nicht von der ganzen; denn durch nichts ist es bewiesen, dass jene Tiere während der ganzen Dauer jener Periode in unseren Gegenden gelebt haben. Es ist im Gegenteil sogar wahrscheinlicher, dass sie nur in dem klimatisch mildesten Abschnitte derselben unserem Lande angehörten. Dies aber ist die Interglacialzeit, die Periode zwischen beiden Vergletscherungen. Oder wenn man von drei

---

[1] Begleitworte zu den Blättern Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1884. S. 82.

[2] Begleitworte zu den Blättern Tuttlingen, Fridingen, Schwenningen. 1881. S. 32.

[3] Jäger, Diese Jahresh. 1853. S. 130 und Anm.

Vergletscherungen reden will, die Periode zwischen der letzten und vorletzten derselben. Auch wenn auf der Alb und ihrem nördlichen Vorlande keine Gletscher gewesen sind, so muss doch das Klima dieses Landstriches durch dasjenige der angrenzenden vereisten Länder in Mitleidenschaft gezogen worden sein, so dass auch in ersterem die Interglacialzeit eine mildere war.

Wenn damit nun das Richtige getroffen wäre, so würden wir schliessen dürfen: Während dieser Interglacialzeit hat der Neckar sein Bett um mindestens 50 m ausgefurcht. Das wurde ermöglicht dadurch, dass in dieser milderen Zeit viele Schmelzwasser vom Schwarzwald herab kamen und weil zugleich weniger Regen in Form von Schnee und Eis in Gletschern festgelegt wurden.

Nach dieser Interglacialzeit aber, also während der letzten Vergletscherung, fand das Gegenteil statt. Der Neckar füllte daher das bereits gegrabene Thal wieder, bis zu unbekannter Höhe, mit den Schottermassen zu, welche er nun nicht mehr stromabwärts fortschaffen konnte. Das muss notwendig so gewesen sein; denn wenn er sein Thal nicht wieder aufgefüllt hätte, so würden wir vor der ganz unannehmbaren Thatsache stehen, dass die Tiefe des Neckarthales seit jener Zeit des Mammut und *Rhinoceros* bis auf den heutigen Tag unverändert geblieben wäre. Solch Stillstand während einer so langen Zeit aber ist kaum denkbar. Fortschritt oder Rückschritt muss herrschen; der Fluss muss also nach der Interglacialzeit, d. h. während der letzten Vereisung, zunächst wieder wasserarm, erosionsschwach geworden sein und seinen Thalboden erhöht haben. Mit Beginn der Jetztzeit fing dann wieder eine stärkere Erosionsthätigkeit an; er vertiefte aufs neue sein Bett.

Wenn wir nun auf solche Weise das Schicksal des Neckarthales von jener Zeit des Mammut an vorwärts bis zum heutigen Tage hin verfolgt haben, so werden wir von jener Zeit an auch umgekehrt nach rückwärts blicken müssen. Die Knochen der diluvialen Tiere sind in den alten Neckarablagerungen wohl nur bis hinauf zu 50 m Höhe über dem heutigen Wasserspiegel gefunden worden. Bis zu 150 m aber gehen diese Ablagerungen in die Höhe. In welche Epoche reichen letztere also hinauf? Zweifellos wird ein Teil dieser höher gelegenen Neckarschotter der älteren Diluvialzeit, vor der interglacialen, angehören. Aber gilt das auch für die Höchstgelegenen oder gehen diese bis in die jüngstpliocäne Periode zurück?

In eingehender Weise hat neuerdings EBERHARD FRAAS[1] die diluvialen Verhältnisse im Norden unseres Landes, namentlich im Hinblick auf etwaige fluvioglaciale Ablagerungen besprochen. Zwar finden sich auf den in der Anmerkung genannten, bereits früher von anderer Hand fertiggestellten Kartenblättern für gewisse dieser Bildungen die Bezeichnungen „Moränenschutt“ und „Altmoräne“. Allein E. FRAAS weist nach, dass das einstige Dasein von Gletschern in diesen Gegenden entschieden zu verneinen ist. Es handelt sich hier nur um Verwitterungsprodukte und Gehängeschutt.

Dagegen werden nun aber von ihm gewisse Schottermassen auf den Höhen westlich von Gundelsheim, welche in 150 m Höhe über dem heutigen Neckarspiegel liegen (S. 92), in Parallele mit dem Deckenschotter von Oberschwaben und der Schweiz gestellt und ihnen ein jüngstpliocänes Alter zugesprochen. Thatsache ist, dass ebenso wie im Deckenschotter der genannten Gegenden, so auch in diesen fraglichen Schottern niemals Reste fossiler Tiere gefunden wurden. Ein diluviales Alter kann man daher für dieselben nicht erweisen. Ein pliocänes freilich auch nicht. Wenn man jedoch in Erwägung zieht, dass in verschiedenen Gegenden (S. 19—82) für solche ältesten Flussablagerungen die Zugehörigkeit zum jüngsten Pliocän direkt dargethan ist, so spricht vielleicht ein gewisses Mass von Wahrscheinlichkeit dafür, dass auch die alten Schotter auf den Höhen westlich von Gundelsheim diesem Zeitalter angehören könnten.

Wenden wir unseren Blick nun auf die ältesten Schotter, welche in der Gegend unseres vulkanischen Gebietes, in der Linie zwischen Plochingen und Horb, also am NW.-Rande der Alb, die Höhen des Neckarthales krönen, so zeigt sich zunächst, dass diese nicht bis zu 150 m Höhe über den heutigen Wasserspiegel hinaufreichen. Wir finden sie hier höchstens bis zu etwa 100 m.

Gewiss kann diese um 50 m geringere Höhenlage nicht entscheidend für ein geringeres Alter gegenüber demjenigen der Schotter westlich von Gundelsheim sein. Bei so weiter Entfernung von einander könnte trotz verschiedener Höhenlage Gleichalterigkeit derselben herrschen; und das um so mehr, als jene Ablagerungen bei Gundelsheim gar nicht von unserem Neckar gebildet sein können (s. später). Aber trotzdem wird die geringere Höhenlage auf der Linie Plochingen-

[1] Begleitworte zur geologischen Specialkarte von Württemberg. 1. Atlasblätter Mergentheim, Niederstetten, Künzelsau, Kirchberg. S. 24—26. Stuttgart 1892. 2. Atlasblätter Neckarsulm, Öhringen, Ober-Kessbach. S. 20—23. Stuttgart 1892.

Horb doch immer noch eher für ein geringeres Alter sprechen. Ich möchte es daher nicht wagen, für unsere in Frage stehenden Bildungen ein jungpliocänes Alter in Anspruch zu nehmen bevor das nicht bewiesen ist, muss sie daher als altdiluvial betrachten.

Wir haben für Oberschwaben, die Bayrische Hochebene, die Schweiz und das Elsass noch keinerlei zwingenden Beweis, dass der Deckenschotter wirklich pliocänen Alters ist. Auch LEPSIUS [1], welcher die auf den Plateaus von Rheinhessen auftretenden Geröllmassen mit dem Deckenschotter gleichstellt — sie liegen 130 m über dem Spiegel der Nahe, 190 über dem des Rheines — beansprucht für dieselben noch ein altdiluviales Alter, PENCK selbst scheint erstere keineswegs für pliocän zu halten. So wird es die Vorsicht gebieten, einstweilen auch für unsere höchsten Neckarschotter zwischen Plochingen und Horb noch bei solcher diluvialen Deutung zu verharren.

Machen wir nun die Nutzanwendung dieser. Verhältnisse auf das Rückzugsgebiet der Alb. In mittelmiocäner Zeit, während unserer vulkanischen Ausbrüche, befand sich der NW.-Rand der Alb noch mindestens in der Gegend von Scharnhausen N. 124 bei Stuttgart. Sind nun jene Schotter auf den den Neckar begleitenden Höhen altdiluvial, so muss am Ende der Tertiärzeit die Alb auf ihrem Rückzuge bereits das Neckarthal überschritten gehabt haben. Von den 23 km Weges [2] hat der NW.-Rand der Alb daher mindestens ungefähr 13—14 km zurückgelegt während der mittel- und obermiocänen und pliocänen Epoche, und höchstens ungefähr noch 9—8 km während der diluvialen und alluvialen [3]. Diese beiden Zahlen $13^1/_2 : 8^1/_2$ geben uns daher, selbstverständlich nur ganz ungefähr, das Verhältnis der Längen jener beiden Zeitabschnitte. Sollten dagegen die Schotter auf den den Neckar begleitenden Höhen doch bereits der jüngsten Pliocänzeit angehören, so würde sich dieses Verhältnis nur ein wenig zu gunsten des ersteren Zeitabschnittes verschieben. Wenn der NW.-Rand der Alb auf seinem Rückzuge bereits zu jüngstpliocäner Epoche,

---

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1893. S. 548.

[2] Von Scharnhausen No. 124 bis an den heutigen Albrand sind es etwa 23 km.

[3] Hierbei ist also angenommen, dass am Ende der Pliocänzeit der Steilrand der Alb zwar schon auf dem rechten Neckarufer, aber doch noch nahe dem Flusse sich hinzog; daher „mindestens". S. den nächsten Absatz.

kurz vor Beginn der diluvialen, den Neckar überschritten hätte, so würde dann die mittel- und die obermiocäne + unter- und mittelpliocäne Zeitdauer sich zu der oberpliocänen + diluvialen und alluvialen ganz ungefähr verhalten wie $13^1/_2 : 8^1/_2$. Es ist jedoch gezeigt worden, dass kein Grund vorliegt, die höchstgelegenen Schotter des Neckars in unserem Gebiete in das Pliocän zu stellen, dass sie also wahrscheinlicher dem Diluvium zuzurechnen sind.

Wie dem nun auch sei, jenes Verhältnis von $13^1/_2 : 8^1/_2$ ist dasjenige, welches mindestens stattfinden muss. Möglicherweise war ja zu der Zeit, in welcher die fraglichen Schotter auf den den Neckar begleitenden Höhen abgelagert wurden, der Steilrand der Alb nicht mehr, wie bei obigen Verhältniszahlen angenommen, nahe dem Neckar, sondern schon weit südlich desselben zurückgewichen. In diesem, sehr viel wahrscheinlicheren Falle würde sich das Verhältnis noch mehr zu gunsten der ersteren Zeitperiode: Mittel- und Obermiocän + Pliocän verschieben, diese würde noch länger gegenüber dem Diluvium und Alluvium werden. Wahrscheinlicher ist das darum, weil die fraglichen, den Neckar begleitenden Schotter in unserem Gebiete zwischen Plochingen und Tübingen auf Oberem Keuper und Unterem Lias abgelagert wurden. Das deutet darauf hin, dass der Steilrand der Alb damals bereits weit gegen Süden zurückgewichen war. Hätte er sich nämlich noch nahe dem Neckar auf dessen rechten Ufer befunden, so würden die Schotter auf Braun-Jura liegen, weil dann letzterer, welcher ja überall die Vorstufe zum Weiss-Jura bildet, nahe dem Neckar noch nicht vom Lias abgetragen gewesen wäre. So geht also aus der Auflagerung der Schotter zwischen Plochingen und Tübingen auf Unterem Lias und Oberem Keuper hervor, dass der Zeitraum des Mittel- und Obermiocän + Pliocän gegenüber dem des Diluvium + Alluvium noch um ein gutes Stück grösser sein mag, als $13^1/_2$ gegenüber $8^1/_2$.

Andere hydrographische Verhältnisse in diluvialer bezw. pliocäner Zeit.

In Württemberg, E. Fraas. In der Rheinebene, E. Schumacher.

Wir haben gesehen, dass die Alb sich ehemals weit nach Norden hin erstreckte, dass unsere jurassischen Ablagerungen sich bis an das Rheinthal, mindestens in der Gegend von Langenbrücken, hin ausdehnten. Unter solchen Umständen muss auch der ehemalige Lauf des Neckars sich in anderer Umgebung dahingezogen haben.

Heute fliesst derselbe[1] nur im nördlichen Vorlande der Alb; nirgends durchströmt er, wie das bei der Donau zum Teil der Fall ist, die Alb selbst ihrer Länge nach.

Auf dem ersten Teile seines Laufes verfolgt er im allgemeinen eine SN.-Richtung. Bei Horb biegt er im scharfen Winkel ostwärts um und fliesst nun im allgemeinen von SW. nach NO.; auf dieser Strecke ungefähr parallel dem nordwestlichen Albrande und ungefähr auch parallel der Donau. Bei Plochingen verlässt er plötzlich auch diese Richtung und wendet sich scharf nach NW., um dann von Cannstatt aus im grossen und ganzen von S. nach N. zu fliessen. Bei Eberbach findet abermals eine scharfe Knickung statt und nun strömt er ungefähr von O. nach W., um bei Mannheim in den Rhein zu münden.

In jüngstpliocäner Zeit noch ist das anders gewesen. Der Unterlauf des Flusses war damals ein anderer, wie aus Beobachtungen von E. Fraas[2] hervorgeht. Die ältesten Flussablagerungen der nördlichen Landesteile Württembergs, welche auf den Höhen westlich von Gundelsheim[3] am Neckar auftreten, werden von E. Fraas in Parallele gestellt mit dem Deckenschotter, welchen wir im Vorhergehenden (S. 83) betrachtet haben; er weist ihnen demzufolge ein pliocänes Alter zu. Diese mehr als 5 m mächtigen alten Flussabsätze führen im untersten Horizonte Gerölle. Über diesen folgt dann die Hauptmasse in Gestalt von Quarzsanden mit Geröllen von Buntsandstein und Muschelkalk und Schmitzen feuerfesten Thones. Der Sand ist offenbar auch nur aus zerstörtem Buntsandstein hervorgegangen. Es ergiebt sich also die bemerkenswerte Thatsache, dass in allen diesen hochgelegenen Flussablagerungen des unteren Neckarthales von Neckarelz abwärts, sich nur Gerölle von Buntsandstein und Muschelkalk, nicht aber auch solche des Jura finden. Sie sind also anders als die heutigen Neckarschotter beschaffen.

Ganz anders dagegen verhalten sich die in tieferem Niveau liegenden jüngeren Terrassenschotter; sie finden sich auf den Gehängen, welche den Neckar und seine Nebenflüsse begleiten, sowie in den Thälern derselben. Diese jüngeren Bildungen führen nur wenig Buntsandstein, dafür aber neben reichlichem Muschelkalk auch

[1] s. die dieser Arbeit eingeheftete Karte auf S. 52, Taf. VI.

[2] Begleitworte zu den Atlasblättern Neckarsulm, Öhringen, Ober-Kessbach. S. 20—23; Begleitworte zu den Atlasblättern Mergentheim, Niederstetten, Künzelsau, Kirchberg. S. 24—26. Stuttgart 1892.

[3] Ungefähr halbwegs zwischen Heilbronn und Eberbach, an welch letzterem Orte der Neckar scharf nach W. umbiegt.



viel Juragerölle; sie sind also schon ganz wie die heutigen Neckarschotter. Das diluviale Alter derselben ist erwiesen durch die bei Frankenbach und Heilbronn in ihnen gefundenen Reste von *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos priscus*, *Bos brachyceros*, *Cervus elaphus*, *Equus caballus*.

Mit Recht folgert daher E. Fraas aus diesem verschiedenen Verhalten der beiderseitigen Schotter, dass in der jüngstpliocänen Epoche, in welcher sich die ersterwähnten, als Äquivalent des Deckenschotters aufgefassten, oben auf den Höhen gelegenen Flussablagerungen bildeten, die hydrographischen Verhältnisse im Unterlande noch andere gewesen sein müssen wie heute. Da sich noch keine Juragerölle in ihnen finden, so kann dort auch noch kein aus der Alb kommendes Gewässer, also kein Neckar geflossen sein. Dadurch aber wird auch sehr wahrscheinlich, dass ebenfalls die Buntsandstein- und Muschelkalkgerölle dieser Ablagerungen nicht dem fern- und südlich liegenden Schwarzwald entstammen, sondern dem näher gelegenen Odenwald.

Der Neckar muss mithin bereits südlich von Neckarelz in jüngstpliocäner Zeit nach Westen hin umgelenkt haben, um so auf kürzerem Wege dem Rheine zuzufliessen.

Aber auch der Rhein, also ein, wie heute der Fall, von S. nach N. strömender Fluss, scheint in pliocäner Zeit ebenfalls noch nicht bestanden zu haben. Vielmehr scheint damals das Gefälle in der Rheinebene gerade umgekehrt von N. nach S. gegangen zu sein. Es wird das von Schumacher[1] in der folgenden Weise begründet: Wenn in pliocäner Epoche bereits ein Rheinstrom im heutigen Sinne bestanden hätte, so müssten in den von ihm abgesetzten pliocänen Schottern solche Gesteine liegen, welche von S. her, aus den Alpen herbeigeschafft wären. Derartige Gerölle südlicher Abkunft fehlen aber gänzlich. Das elsässische Pliocän, welches die Rheinebene füllt, besteht vielmehr nur aus solchen Gesteinen, die im Elsass anstehen, sowie aus Quarziten, welche von N., vermutlich dem Taunus stammen können. Es haben also der Schwarzwald und die Vogesen, sowie deren nördliche Fortsetzungen und wohl auch der Taunus dieses Material geliefert; d. h. dasselbe ist nicht von S. nach N. wie heute, sondern umgekehrt von N. nach S. verfrachtet worden.

Wir haben also im württembergischen Unterlande in hydrographischer Hinsicht ganz dieselbe Erscheinung wie im Elsass. Hier wie dort in jetziger und in

[1] Über die Gliederung der pliocänen und pleistocänen Ablagerungen im Elsass. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892. S. 830.

diluvialer Zeit ein Strömen, eine Verfrachtung der Gesteine aus südlichen Gegenden in nördliche; hier aus Alb und Schwarzwald, dort aus den Alpen. Dagegen in pliocäner Zeit hier wie dort ein Strömen, eine Verfrachtung mehr von N. nach S., hier aus dem Odenwald, dort aus dem Taunus.

Versuch einer Kritik der Beobachtungen über die auffallend starke Wärmezunahme in dem im vulkanischen Gebiete von Urach gelegenen Bohrloche zu Neuffen.

Die Angaben über die Wärmezunahme im Bohrloche zu Neuffen übertreffen alle anderen derartigen Angaben. Prüfung, ob das in dieser Arbeit untersuchte Geothermometer wirklich das von MANDELSLOH oder DEGEN im Bohrloch zu Neuffen benutzte ist. Prüfung der Berechnung MANDELSLOH's; dieselbe ist etwas irrtümlich. Beschreibung und Abbildung des Neuffener Geothermometers. Besprechung der Einflüsse, welche fehlererzeugend bei den Messungen gewirkt haben könnten: Wärme von der Bohrarbeit, Wasser, Wärmeleitung der Gesteine. Prüfung der Temperaturangaben MANDELSLOH's. Letzterer giebt in der Tiefe von 100 Fuss eine zu hohe Temperatur an; das ist kein Beweis gegen die Zuverlässigkeit seiner Beobachtungen, wie durch Analoges in Sperenberg sich erkennen lässt. Fehlerquellen, welche unrichtige Temperaturangaben erzeugt haben könnten: Luftdruck, Zersetzung von Eisenkies, zu kurze Dauer der Versuche. Prüfung des Geothermometers: Tropfengrösse, Lumen der Quecksilberröhre. Wahrscheinlichkeitsgründe, welche für die Richtigkeit der Messungen MANDELSLOH's sprechen: Kontrollemessungen DEGEN's; Regelmässigkeit der Temperaturzunahme; starkes Anwachsen der Temperatur im Bohrloche zu Sulz, zu Monte Massi. Unsere Unkenntnis von der Wärmezunahme im allgemeinen. Ergebnis der Untersuchung.

Ganz wie unser vulkanisches Gebiet von Urach bisher ein Unikum auf Erden bildet — wenigstens gilt das hinsichtlich der überaus grossen Zahl seiner Maare — so ist auch das in diesem Gebiete vor 50 Jahren bei Neuffen gestossene Bohrloch hinsichtlich seiner nach der Tiefe hin beobachteten Wärmezunahme ein einzigartiges. Nirgends auf Erden hat man ein gleich starkes Anwachsen der Temperatur beobachtet. Sind diese Beobachtungen richtig? Besteht irgendwelcher Zusammenhang zwischen der angeblich so gewaltigen Wärmezunahme und dem Vulkanismus, welcher hier bereits in mittelmiocäner Zeit seine zahlreichen embryonalen Bildungen schuf? Was und wie viel überhaupt lässt sich an diesen vor langer Zeit angestellten Beobachtungen noch kritisch als falsch, als richtig oder als möglich feststellen? Mit Gewalt drängen sich diese Fragen bei einer Bearbeitung unseres vulkanischen Gebietes von Urach in den Vordergrund. Eine solche Bearbeitung würde mir nicht er-

schöpfend zu sein scheinen, wenn nicht zugleich auch eine Kritik dieser ganz absonderlichen Beobachtungen zu Neuffen versucht würde. „Versucht"; dass die Kritik hier zu keinem sicher entscheidenden Ergebnisse zu gelangen vermag, ist nicht meine Schuld. Diese letztere liegt vor allem daran, dass diese Beobachtungen bereits vor 50 Jahren gemacht wurden, so dass keiner der Augenzeugen mehr lebt.

Man wird einwenden können, dass, wenn doch kein endgültiges Urteil zu erzielen sei, man besser die Sache ganz auf sich beruhen lassen solle.

Ich bin nicht solcher Ansicht, meine vielmehr, dass eine auf der ganzen Erde so einzigartige Beobachtung, wie die bei Neuffen, eine kritische Untersuchung unter allen Umständen nicht nur verdient, sondern geradezu erfordert. Unmöglich kann es einer solchen einzigartigen Beobachtung gegenüber der richtige Standpunkt sein, dieselbe nur zu verneinen und, ohne jede Untersuchung, für gänzlich verkehrt zu erklären. Es muss einmal der Versuch gemacht werden — so weit das heute, nach mehr als 50 Jahren, eben noch möglich ist — festzustellen, ob und welche Anhaltspunkte wir für solchen vernichtenden Zweifel haben und welche Gründe umgekehrt etwa für die Beobachtungen sprechen könnten. Es ist dann aber wenigstens festgestellt, was sich zur Zeit feststellen liess; und niemand kann wissen, ob dies nicht später einmal die Grundlage für eine erneute Untersuchung zu werden vermag.

Die Besprechung dieser Verhältnisse hat aber ausser ihrem allgemein geologischen Interesse noch ein engeres württembergisches; insofern, als aus dem Bohrregister, welches sich vollkommen klar deuten lässt, eine Mächtigkeit des Unteren Braun-Jura unter Tage ergiebt, welche die Angaben der über Tage beobachteten sehr weit übertrifft.

In der langen Kette der Bohrlöcher, Brunnen und Bergwerke, welche auf die nach der Tiefe hin erfolgende Wärmezunahme der Erde untersucht wurden, steht das Bohrloch zu Neuffen als das äusserste Glied an dem einen Ende der Reihe, also als ein Unikum da. Nach den dort angestellten Messungen der Temperatur zeigt nämlich Neuffen die kleinste geothermische Tiefenstufe, oder mit anderen Worten die grösste Wärmezunahme beim Eindringen in die Tiefen der Erde, welche unter normalen Verhältnissen bisher beobachtet wurden [1].

---

[1] Als „normale" Verhältnisse wollen wir hier solche bezeichnen, unter welchen die Wärmezunahme nicht durch ausnahmsweise Wirkungen — wie etwa aufsteigende heisse Quellen oder aufgestiegene, geschmolzene Gesteinsmassen — um ein hohes Mass gesteigert wird.

Das Bohrloch wurde einst gestossen in der Absicht, Kohlen zu suchen; dass solche mit höchster Wahrscheinlichkeit dort nicht zu finden sein würden, konnte man damals noch nicht wissen. Der Beginn des Bohrens fiel in das Jahr 1832; dasselbe führte aber zu keinem endgültigen Ergebnis, da das Bohrloch im Jahre 1839 infolge Festklemmen des Löffels und Gestängebrüchen aufgegeben werden musste. Man hatte damit eine Tiefe von 1186 württembergische Fuss = 1045 Pariser Fuss = 340 m erreicht[1]. Die Temperaturbestimmungen erfolgten durch den damaligen Kreisforstrat Graf v. MANDELSLOH, welcher sich in hohem Masse für Geologie interessierte und seiner Zeit „unstreitig der erste Kenner schwäbischer Schichten" war, wie O. FRAAS in seinem warmen, dem Verstorbenen gewidmeten Nachrufe bezeugt[2].

Ich gebe zunächst die in oben angeführter Abhandlung von MANDELSLOH veröffentlichte Masstabelle und seine aus derselben gezogenen Schlüsse wieder.

Tag und Stunde der Beobachtung	Tiefe des Punktes nach württemb. Fussen	Temperatur nach Celsius			
		der Luft	des gemessenen Punktes	des vorbeifliessenden Baches	der Bohrlochquelle beim Ausfluss
1839.					
27. Febr. 8½ Uhr morgens	100	— 1,8	+ 10,8	+ 4,0	+ 6,8
27. Febr. 9¾ Uhr morgens	200	+ 1,0	+ 13,7		
26. Febr. 1 Uhr mittags .	300	+ 2,5	+ 16,5	+ 7,0	
10. April 4 Uhr nachm. .	400	+ 9,0	+ 18,4	•	
27. Febr. 12½ Uhr mittags	500	+ 4,0	+ 20,4		
26. Febr. 3 Uhr nachm. .	600	+ 2,5	+ 23,5	+ 5,0	+ 7,0
27. Febr. 2¾ Uhr nachm. .	700	+ 4,0	+ 25,4		
27. Febr. 4¾ Uhr nachm. .	800	+ 3,0	+ 27,8		
10. April 6½ Uhr abends .	900	+ 8,0	+ 31,2		
11. April 6¼ Uhr morgens	1000	+ 4,0	+ 33,5	Thermometer war 12 Std. im Bohrloch.	
11. April 3 Uhr nachm. .	1080	+ 8,0	+ 36,3		
11. April 11¾ Uhr vorm. .	1180	+ 6,4	+ 38,7		
		296,2			

[1] Graf Fr. v. Mandelsloh, Beobachtungen über die Zunahme der Erdwärme in dem 1186′ württemb. tiefen Bohrloche zu Neuffen, angestellt mit dem Magnus'schen Geothermometer. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal., von Leonhard und Bronn. 1844. S. 440—443.

[2] Diese Jahresh. 1871. S. 28—33.

„Hiernach kommen auf 100 Fuss württemb. + 3,28° C. und auf 1° C. Wärmezunahme 30,49 Fuss par. (ein bei so beträchtlicher Tiefe alle sonst bekannten weit übertreffendes Resultat).“

Aus diesen Worten des Grafen v. Mandelsloh ergiebt sich also, dass im Bohrloche zu Neuffen die geothermische Tiefenstufe [1] 30,49 Pariser Fuss oder 9,9 m betragen würde.

Ein Vergleich dieser Zahl mit denjenigen, welche in anderen Bohrlöchern erlangt sind, lässt sich für die Leser dieser Jahreshefte leicht ermöglichen; denn Braun und Waitz führen in ihren Beobachtungen über die Zunahme der Erdtemperatur im Bohrloch zu Sulz am Neckar [2], die von dem Comité der British Association zur Untersuchung der Tiefentemperaturen 1882 zusammengestellten [3] Werte der Tiefenstufe tabellarisch auf. Wenn wir uns hier zum schnelleren Verständnis nur einige Extreme dieser Zahlenwerte vor Augen führen wollen, so ergiebt sich:

1. Eine ausnahmsweise langsame Wärmezunahme fand statt in dem

Wasserwerk zu Liverpool mit 71,3 m geothermischer Tiefenstufe.
Bergwerk zu Przibram „ 69,1 „ „ „

2. Eine ausnahmsweise schnelle Wärmezunahme fand statt bei den folgenden vier Örtlichkeiten:

		Tiefenstufe
Slitt Mine, Weardele, Northumberland		18,65 m
Carrickfergus, Salzbergwerk, Irland	1. Schacht	21,95 „
„ „ „	2. „	23,59 „
South Balgray, Bohrloch, Glasgow		22,49 „

Vergleichen wir nun diese vier bereits sehr kleinen geothermischen Tiefenstufen mit derjenigen von Neuffen, welche nach Graf v. Mandelsloh nur 9,9 m beträgt, so finden wir, dass selbst bei der oben anstehenden Slitt Mine der Betrag der Tiefenstufe immer noch fast doppelt so gross ist wie bei Neuffen. Hierbei aber haben wir übrigens nicht einmal völlig Gleichwertiges gegenübergestellt; denn in Bergwerken wird durch Wetterführung, Grubenlichter und Menschen die eigentliche Temperatur beeinflusst; auch in Tunnels und Brunnen herrschen ähnliche bezw. doch andere Verhältnisse als in einem Bohrloche. Stellt man daher nur die in

---

[1] d. h. diejenige Zahl von Fussen bezw. Metern, um welche man durchschnittlich hinabsteigen muss, um eine Temperaturerhöhung von 1° C. zu erhalten.

[2] Diese Jahresh. 1892. Separatabdruck S. 6.

[3] Nature 1882. Vol. 26. S. 590.

Bohrlöchern gewonnenen Erfahrungen sich gegenüber, so erhält man, worauf BRAUN und WAITZ aufmerksam machen, als Grenzen für die Tiefenstufe 22 und 38 m. Hier ist der niedrigste Betrag derselben mehr als doppelt so gross, wie ihn MANDELSLOH bei Neuffen ermittelte.

So ergiebt sich also, dass nach Graf MANDELSLOH's Temperaturbestimmungen, das Bohrloch zu Neuffen ganz einzig dastehende Verhältnisse aufweist: Nirgends finden wir — soweit bisherige Erfahrung reicht — auf Erden unter „normalen" Verhältnissen[1] eine ähnlich kleine geothermische Tiefenstufe, d. h. eine ähnlich grosse Wärmezunahme wie dort. Letztere übertrifft sogar noch diejenige von Monte Massi in Toskana, woselbst die geothermische Tiefenstufe auf 13 m ermittelt wurde (s. später).

Die Aufnahme, welche diese Untersuchungen MANDELSLOH's fanden, war, wie es scheint, von vornherein eine ungünstige. Nur QUENSTEDT und DAUBRÉE erkannten dieselben rückhaltlos an. Ersterer sucht die Ursache dieser auffallenden Erscheinung in der Nähe des unterirdischen Schmelzherdes[2], dessen Dasein durch die zahlreichen Ausbruchsstellen der Vulkangruppe von Urach verraten wird. Auch DAUBRÉE[3] hegt eine solche Ansicht. Er führt aus, dass in der Zersetzung des allerdings reichlich vorhandenen Schwefelkieses nicht die Ursache dieser bedeutenden Wärmezunahme liegen könne; man dürfe eine solche vielmehr nur in der Annahme finden, dass die in tertiärer Zeit in der Umgegend von Neuffen ausgebrochenen Schmelzmassen in der Tiefe immer noch einen genügenden Vorrat an Wärme besässen, um die auffallend hohen Temperaturen in dem Bohrloche zu erzeugen.

Diese zustimmenden Urteile blieben indessen sehr vereinzelt; denn wie wäre es sonst zu erklären, dass das Bohrloch von Neuffen, anstatt in allen über dieses Gebiet handelnden Arbeiten als das am höchsten berühmte hingestellt zu werden, bald ganz in die Vergessenheit hinabsank.

Sicher liegt der Grund dieser auffallenden Erscheinung in dem Misstrauen, mit welchem man die so bei Neuffen ausgeführten Temperaturbeobachtungen betrachtete. Wurden dieselben doch angestellt von einem Forstmanne, welcher trotz seines hohen Interesses für die Geologie nicht genügend physikalisch geschult sein mochte. Wurden doch ferner die Ergebnisse seiner Messungen von ihm nur in einem

---

[1] s. Anm. auf S. 104.

[2] Klar und Wahr. Tübingen bei Laupp. S. 112 und Anm. 9 auf S. 118.

[3] Comptes rendus hebdom. Ac. d. sc. Paris 1845. t. XXI. S. 1335—1336.

auffallend kurzen, kaum drei Oktavseiten umfassenden Berichte veröffentlicht; während gerade das ganz Absonderliche dieser Ergebnisse ein entsprechend ausführliches Eingehen auf die angewendete Methode der Messung und die Beschaffenheit des benutzten Instrumentes gebieterisch gefordert hatte. Wurden doch endlich diese Messungen bereits vor mehr als 50 Jahren angestellt; also zu einer Zeit, in welcher wohl die Feinheit des gebrauchten Geothermometers noch nicht die wünschenswerte gewesen sein mochte. Es konnte die Tropfengrösse des Instrumentes eine zu bedeutende gewesen sein. Dasselbe konnte infolge mangelhafter Konstruktion durch den mit der Tiefe wachsenden Druck zu falschen Angaben veranlasst worden sein. Die Quecksilberröhre konnte an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Durchmesser besessen haben und anderes mehr.

Über solche Fragen mochte noch jetzt eine Untersuchung des vom Grafen Mandelsloh benutzten Thermometers genügende Auskunft geben und damit eventuell eine Korrektur seiner Messungen ermöglichen können. Freilich stand auf der anderen Seite von vornherein fest, dass man über das etwaige Hineinspielen gewisser anderer Fehlerquellen jetzt nicht mehr Klarheit erlangen konnte; so dass dann ein unantastbar sicheres Ergebnis überhaupt nicht zu erlangen war.

Ich will gleich an dieser Stelle hervorheben, dass ich die vorliegende Untersuchung unternahm in der vorgefassten, allgemein verbreiteten Meinung, dass Mandelsloh's Temperaturbestimmungen im Bohrloche zu Neuffen in höchstem Masse falsche Ergebnisse geliefert hätten; und in der Hoffnung, dass es mir gelingen werde, die Ursachen dieser Fehler wenigstens zum Teil nachzuweisen. Diese Hoffnung wurde jedoch nicht erfüllt. Die Untersuchung hat vielmehr keinen Anhalt dafür gegeben, dass jene Ansicht sicher begründet sei.

Zunächst handelte es sich natürlich um die **Frage, ob und wo eines der bei den Temperaturbestimmungen zu Neuffen benutzten Geothermometer noch zu finden war.** Graf Mandelsloh hat ein solches benutzt; aber auch Bergrat Degen hat andere, gleich konstruierte angewendet, und beide haben, wie ersterer anführt, fast genau übereinstimmende Messungen erhalten. Bei der Wichtigkeit dieser Frage wird man es entschuldigen müssen, wenn der Versuch dieses Identitätsnachweises etwas umständlich ausfällt.

Eines ist sicher: Nicht nur das Bohrloch wurde auf Staatskosten gestossen, sondern auch die Temperaturbeobachtungen müssen

durch den Grafen MANDELSLOH im Auftrage des Staates, also auf Kosten des letzteren erfolgt sein.

Es ist daher wohl als selbstverständlich anzunehmen, dass nicht der Graf MANDELSLOH das Geothermometer bezahlt haben wird, sondern der Staat; dass also das Instrument nach dem Gebrauche vom Grafen wieder an den Staat zurückgegeben wurde. Dasselbe musste sich mithin heute in dem Besitze einer der Königlichen Anstalten in Stuttgart befinden. Demzufolge wandte ich mich zunächst an Herrn Bergratdirektor Dr. v. BAUR. Seiner freundlichen Mitteilung verdankte ich den Bescheid, dass das Königliche Oberbergamt nicht im Besitze des Thermometers sei, dass letzteres aber im physikalischen Institute der technischen Hochschule zu Stuttgart liegen könne. Es sei nämlich der mit dem Grafen MANDELSLOH bei den Temperaturbestimmungen des Bohrloches beschäftigte Bergrat DEGEN seiner Zeit Lehrer für Physik und Chemie bei der damaligen polytechnischen Schule gewesen. In der That hatte der jetzige Vorstand des physikalischen Institutes der letzteren, Herr Kollege KOCH, die Liebenswürdigkeit, mir mitzuteilen, dass sich in der ihm unterstellten Sammlung ein einziges Geothermometer, nach MAGNUS, befinde; und festzustellen, dass dasselbe in der folgenden Weise inventarisiert ist: Es steht im alten Inventar unter F. 27, im neuen unter D. b. 23 und führt in letzterem die Bemerkung: „Geothermometer nach MAGNUS. Gekauft 1838—39 für 25 Mk. 71 Pf.“[1]

Unter solchen Umständen lässt sich zwar weder aus dem Inventurvermerk noch aus sonst einer schriftlichen Aufzeichnung der direkte Beweis erbringen, dass dieses in der technischen Hochschule zu Stuttgart befindliche Instrument wirklich das im Bohrloche zu Neuffen einst benutzt gewesene ist. Trotzdem aber ist die Wahrscheinlichkeit, dass dem so sei, eine überaus grosse, wie aus den folgenden sechs verschiedenartigen Gründen hervorgeht:

Erstens befindet sich in Stuttgart in den beiden Königlichen Anstalten, in welchen das in Frage stehende Instrument liegen könnte, nur ein einziges Geothermometer, und dieses ist ein MAGNUS'sches, wie ein solches von MANDELSLOH benutzt wurde.

Sodann ist dieses einzige derartige Instrument gerade in derselben Zeit gekauft worden, in welchem das Bohrloch fertig gestellt und seine Temperatur bestimmt wurde. Ein zufälliges, unbeabsichtigtes Zusammentreffen dieser Verhältnisse ist nun aber im höchsten

[1] Aus Gulden umgerechnet, da eine Neuschrift des Inventars vorliegt.

Grade unwahrscheinlich. Offenbar hat vielmehr der bei den Temperaturbeobachtungen beteiligte Bergrat DEGEN im Jahre 1838/39 das Thermometer aus Mitteln des ihm unterstellten Institutes gekauft, um es im Jahre 1839 bei diesen Beobachtungen zu verwenden. Sehr viel unwahrscheinlicher wäre daher die Annahme, dass trotz des Vorhandenseins dieses Thermometers im Polytechnikum und trotz der Teilnahme DEGEN's, Graf MANDELSLOH sich aus eigenen Mitteln ein anderes MAGNUS'sches Geothermometer gekauft habe. Zu einer solchen Handlungsweise fehlt jeder vernünftige Grund.

In dritter Linie ist auffällig der Umstand, dass überhaupt von dem physikalischen Institute des damaligem Polytechnikum ein Geothermometer gekauft wurde. Im Jahre 1838 würde wohl schwerlich von diesem Institute ein solches Instrument angeschafft worden sein, wenn man nicht die Absicht gehabt hätte, dasselbe zu praktischen Zwecken anzuwenden.

Vor allem spricht aber für die Identität ein zufälliger Umstand. MANDELSLOH schreibt: „Der Versuch, das Geo-Thermometer an einem Seile mit angehängtem Gewichte in das Bohrloch zu senken, war wegen des grossen Widerstandes, welchen der Schlamm entgegensetzte, nicht ausführbar; das Instrument wurde daher in einer verschlossenen Kapsel in die Fang-Scheere gestellt ...“ Nun befindet sich das im physikalischen Institute zu Stuttgart aufbewahrte Geothermometer gleichfalls in einer auffallend starken Kapsel von Eisen! Das kann unmöglich zufällig sein; denn welcher Vorstand eines physikalischen Institutes liesse für ein einziges seiner Thermometer eine Kapsel, und noch dazu eine so überaus starke eiserne Kapsel, anfertigen, nur um es auf diese Weise besser vor dem Zerbrechen im Schranke zu bewahren? Das wäre unsinnig; denn solange das Instrument im verschlossenen Schranke liegt, zerbricht es sicher nicht, bedarf also keines Schutzes. Zerbrechen kann solch Instituts-Thermometer nur, wenn es in der Vorlesung gezeigt oder im Institute zu Experimenten benützt wird; gerade hierbei aber kann man es nicht in der Kapsel belassen. Eine solche feste eiserne Hülle ist also bei jedem derartigen Instituts-Thermometer zweck- und sinnlos. Einen Zweck und Sinn kann sie nur in dem einzigen Falle besitzen, dass das Instrument ausserhalb des Institutes, und zwar in der Kapsel benutzt werden sollte. Ein solcher Gebrauch aber ist nur in einem Bohrloche denkbar. Nun hat man damals in Württemberg die Temperatur bei keinem anderen Bohrloche bestimmt, als in dem von Neuffen. Also ist es dort benutzt worden.

Doch noch weiteres spricht hierfür. An der unteren, langen Röhrenhälfte der schweren eisernen Kapsel[1] befindet sich jederseits angelötet eine ringförmige Öse, welche aus starkem Eisen besteht. Dieselbe beweist auf das Unwiderleglichste, dass man die Kapsel irgendwo, nämlich am Gestänge im Bohrloche, unabreissbar stark befestigen wollte, weil der in dem unverrohrten Bohrloche zu Neuffen angehäufte Bohrschlamm so starken Widerstand entgegensetzte, dass Derartiges nötig wurde.

Endlich aber ist geltend zu machen, dass offenbar dieses Thermometer nicht etwa in einer Kapsel steckt, welche ursprünglich für ein anderes, später zerbrochenes angefertigt wurde. Vielmehr passt unser Thermometer mit seinem dasselbe unten schützenden, vorspringenden Fusse von Messing gerade genau in diese eiserne Röhre hinein, so dass es in dieser festliegt. Letztere ist also gewiss für dieses Thermometer angefertigt worden.

Mir scheint diese Kapsel allein schon so sicher die Identität unseres Instrumentes mit dem im Bohrloche zu Neuffen gebrauchten darzuthun, dass kaum ein Zweifel daran bestehen kann.

Noch ein letzter Grund spricht indes hierfür. Ich erwähne denselben zuletzt, weil sich an ihn der einzige Grund anschliesst, welcher dagegen sprechen könnte. Mandelsloh schreibt: „Die Wärmemessungen wurden mit dem Magnus'schen Geo-Thermometer angestellt; dabei war jedoch die Skala in umgekehrter Ordnung angebracht, indem das Thermometer bei Null-Temperatur gefüllt und die Beobachtungen bei kaltem Wetter angestellt wurden. Die Skala enthielt von Null an bis an das Gefäss herab 26° Celsius; ein Grad nahm 5 Pariser Linien ein und war in Zehentheils-Grade abgetheilt."

Diese Schilderung passt z. T. genau auf das mir zur Verfügung stehende Instrument. Auch hier zählt die Skala umgekehrt, von oben nach unten; auch hier ist sie in nur 26 Grade und nach Celsius eingeteilt. Beides ist entschieden bemerkenswert: Zunächst die Einteilung in nur 26 Grade, während doch sonst die Magnus'schen Geothermometer 40—50 Grade zu enthalten pflegen[2]. Sodann die

[1] Dieselbe besitzt die Gestalt eines Pennals, wie man dieselben in der Schule zum Aufbewahren der Federn, Bleistifte und Griffel benutzt. Sie besteht also aus einer unteren langen Röhre, über welche eine kürzere als Deckel übergeschoben wird.

[2] Vergl. Dunker, Über die Benutzung tiefer Bohrlöcher zur Ermittelung der Erdtemperatur. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. XX. Berlin 1872. S. 208. — Ferner Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie. Bd. LXXXXVIII u. CXVI.



Anwendung von Celsiusgraden, während doch damals, in den dreissiger Jahren, diejenige nach Réaumur in Deutschland noch ganz allgemein war. Soweit also nicht nur Übereinstimmung in nebensächlichen, sondern sogar Übereinstimmung in auffälligen, abweichenden Dingen.

Nun aber das Abweichende: Bei meinem Instrumente ist die Skala unterhalb des 26. Grades noch weiter eingeteilt, sie geht noch bis 28 Grad[1]. Aber (vergl. Abbildung S. 118) dafür beginnt sie oben nicht mit Null, sondern gleich mit 2 Grad. Es sind also in Wirklichkeit, ganz wie Mandelsloh angiebt, nur 26 Grad-Abteilungen vorhanden.

Der auffallende Umstand, dass dieses Instrument oben mit 2^0 anstatt mit 0^0 beginnt, erklärt sich sehr einfach in folgender Weise: Die Teilstriche sind in ein aus Messing bestehendes Lineal eingegraben, auf welchem die gläserne Quecksilberröhre aufliegt. Ursprünglich war dieses Lineal etwas länger, als das heute der Fall ist; es besass oben noch zwei weitere Grade, so dass diese hier mit Null begannen. Ursprünglich war dieses Lineal also in 28 Grade eingeteilt. Dasselbe mit der auf ihm liegenden gläsernen Quecksilberröhre ist nun, wie häufig an Thermometern der Fall, zum Schutz in eine weitere Glasröhre geschoben. Diese letztere verjüngt sich am oberen Ende, so dass hier der die Skala tragende Messingstab beim Einschieben sich als zu breit erwies. Er musste daher an dieser Stelle, d. h. über dem 2. Grade, abgeschnitten werden, und man ersetzte dieses Stück durch einen schmaleren Messingstab, welcher jenem durch eine Zunge eingefügt wurde. Daher fehlen jetzt die Zahlen von zwei bis Null. Offenbar hat Mandelsloh nun beim Messen die 2 einfach als Null gelesen u. s. w., bis schliesslich 28 gleich 26 wurde; das war ja völlig gleichgültig. Dass aber Mandelsloh, dessen ganzer Bericht nur 3 Oktavseiten umfasst und sich über viele hierbei wissenswerte Dinge gar nicht ausspricht, die obige umständliche Beschreibung und Erklärung nicht erst gegeben hat, ist sehr leicht zu verstehen. Er wäre durch diese Umständlichkeit nur schwerer zu verstehen gewesen. So ergiebt sich also auch trotz dieses äusserlichen Unterschiedes im Wesen völligste Übereinstimmung, nämlich Einteilung in 26 Grade.

Es bleibt daher nur der nun zu betrachtende Umstand übrig,

---

[1] Man erkennt in dem, den Fuss des Thermometers schützenden Messingstiefel verborgen sogar noch zwei weitere Teilstriche, also 29 Grade. Aber an diesem kann der Stand des Quecksilbers gar nicht mehr beobachtet werden, da er in der Tiefe des Stiefels steckt.

als der einzige, aus welchem man auf einen wirklichen Unterschied beider Instrumente schliessen und somit Bedenken gegen ihre Identität fassen könnte: Wie MANDELSLOH angiebt, hatte bei seinem Instrumente ein Grad die Länge von 5 Pariser Linien = 11,30 mm und war in Zehntelgrade geteilt. Auf dem mir vorliegenden Thermometer aber besitzt jeder Grad eine Länge von nur etwa 8 mm und ist nur in halbe Grade geteilt [1].

Wäre dieser eine Umstand nicht, so würde bei der erdrückenden Fülle von Gründen, welche für die Identität beider Geothermometer sprechen, auch nicht der leiseste Zweifel an derselben obwalten. Nun stellt sich aber mit all diesen Gründen der eine einzige in Gegensatz. Ich vermag jedoch nicht anzuerkennen, dass dieser letztere entscheidend sein sollte. MANDELSLOH hat bei den wenigen, aufs äusserste einfachen Berechnungen, welche er giebt, sich verrechnet (s. später), was doch für eine gewisse Flüchtigkeit der Bearbeitung spricht. Ich kann ferner nachweisen (s. später), dass MANDELSLOH sich entschieden irrt, wenn er sagt, dass er zum Ablesen der Temperatur erst von 1000 Fuss Tiefe an das Geothermometer mit dem Normalthermometer zusammen in das Wasserbad gestellt habe. Auch hier also wiederum Flüchtigkeit oder besser Vergesslichkeit. Letztere aber ist nicht nur erklärlich, sondern sogar von vornherein zu erwarten: Verflossen doch vom Tage der Messung 1839 an bis zu dem der Veröffentlichung der Messungen 1844 nicht weniger als 5 Jahre! Erwägt man nun ferner noch, dass MANDELSLOH zur Zeit der Veröffentlichung in Ulm lebte, während das von ihm benutzte Thermometer wohl längst wieder in Stuttgart lag, so wird man es wohl für sehr möglich halten müssen, dass eine Verwechselung in der Erinnerung sich eingeschlichen hat.

Diese Annahme könnte immer noch etwas Befremdendes haben, wenn es unmöglich wäre, eine Ursache zu finden, aus welcher diese Verwechselung entstand. Aber die Ursache springt im Gegenteil ganz klar in die Augen. Sie liegt einfach darin, dass des Grafen handschriftliche Aufzeichnungen aus dem Jahre 1839 wirklich die Temperaturen im Bohrloche bis auf Zehntelgrade angaben, wie dies ja aus seiner Tabelle (s. S. 105) hervorgeht. Dieser Umstand war es, welcher ihn verleitete, im Jahre 1844 zu glauben, das 1839 benützte Geothermometer sei in Zehntelgrade geteilt gewesen. Das

[1] Ein alter Pariser Fuss hat 12 Zoll zu 12 Linien; also 144 Linien sind = 325 mm; das giebt für 5 Linien 11,30 mm. Rechnet man dagegen, was auch vorkam, 1 alt. Par. Fuss zu 12″ à 10‴, so ergeben 5 Linien 13,50 mm.



aber, was ihn fünf Jahre früher bewogen hatte bis auf Zehntelgrade aufzuzeichnen, lag sicher nicht in der Einteilung seines noch jetzt vorhandenen Geothermometers, welches nur halbe Grade aufweist, sondern in nicht weniger als drei verschiedenen Umständen, welche ihn mehr oder weniger geradezu in eine Zwangslage versetzten.

Der erste derselben ist darin begründet, dass MANDELSLOH ausser den Tiefentemperaturen in seiner Tabelle gleichzeitig noch die Temperaturen der Luft, des vorbeifliessenden Baches und der aus dem Bohrloche fliessenden Quelle aufführt. Diese letzteren drei Temperaturbestimmungen geben — was an sich ganz überflüssig ist — die Grade bis auf Zehntel (s. S. 105) wieder. Der Grund liegt offenbar nur darin, dass man die Temperaturen mit dem in Zehntelgrade geteilten Normalthermometer mass, welches man zur Bestimmung der Tiefentemperatur des Geothermometers im Wasserbade von Stuttgart aus mitgenommen hatte. Es würde nun geradezu lächerlich gewirkt haben, wenn man die ziemlich gleichgültigen Luft-, Bach- und Quelltemperaturen so überaus genau bis auf Zehntelgrade angegeben hätte; diejenige der Bohrlochtemperatur aber, auf die es gerade ankam, weniger genau, nur bis auf halbe Grade. Man war daher einfach moralisch gezwungen, auch letztere bis auf Zehntelgrade anzugeben.

Der zweite Grund, welcher zu einer solchen Handlungsweise drängte, ist in der Grösse bezw. Länge des von MANDELSLOH benützten Geothermometers zu suchen. Ein Grad hat an demselben die Länge von nicht weniger als 8 mm. Er ist durch einen Teilstrich nur in 2 halbe Grade geteilt. Jeder derselben zwingt daher bei seiner verhältnismässig bedeutenden Länge von 4 mm[1] den Beobachter, mindestens nach Viertel- und Achtelgraden schätzungsweise abzulesen. Da er aber bei den übrigen Messungen Zehntelgrade gab, so musste er auch hier statt Achtel Zehntel geben.

Doch noch ein dritter Grund lag vor, welcher auf MANDELSLOH den völlig unwiderstehlichen Zwang ausübte, an seinem nur in halbe Grade geteilten Geothermometer doch Zehntelgrade schätzen zu müssen. Er bestimmte nämlich in den bedeutenderen Tiefen die

---

[1] Auf unseren gewöhnlichen Stubenthermometern ist 1° oft nur 1 mm lang, also 8mal kürzer als bei unserem Geothermometer. Nun kann bei unseren Stubenthermometern jedermann noch leicht halbe und Drittelgrade unterscheiden. Man würde also hiernach bei jenem Geothermometer Sechzehntel- bis Vierundzwanzigstel-Grade leicht unterscheiden können. Wenn daher Mandelsloh Zehntel-Grade an demselben schätzte, so ist das eine leichte Sache.

Temperatur nicht etwa direkt an seinem Geothermometer, sondern im Wasserbade durch das Normalthermometer. Dieses aber war ja in Zehntelgrade geteilt. Für die bedeutenderen Tiefen liegt also die Sache so, dass er die Temperatur hier wirklich in Zehntelgraden vom Normalthermometer ablas. Daraus ergab sich nun für ihn die gar nicht zu umgehende Notwendigkeit, auch für die geringeren Tiefen, welche er direkt am Geothermometer ablas (s. später), die Temperatur in Zehntelgraden anzugeben.

Man sieht also, dass MANDELSLOH gar nicht einmal bei allen, sondern nur bei den geringeren Tiefen in die Lage kam, in Zehnteln schätzen zu müssen. Erwägt man nun auf der einen Seite die ausserordentliche Kürze der Mitteilung des Grafen über diese Verhältnisse, so würde man es auch hier verstehen, wenn er sich wiederum in diesem Falle nicht in die obigen langen und langweiligen Auseinandersetzungen eingelassen, sondern kurzweg gesagt hätte: „das Thermometer war in Zehntelgrade geteilt.“ Erwägt man dagegen auf der anderen Seite den Umstand, dass nicht weniger als 5 Jahre vom Tage der Messungen bis zu dem der Veröffentlichung derselben verflossen, so wird man es auch begreiflich finden, dass der Graf, in Anbetracht seiner auf Zehntelgrade lautenden Aufzeichnungen, wirklich des Glaubens gewesen sein mag, das vor 5 Jahren von ihm benutzte Geothermometer sei in dieser Weise eingeteilt gewesen.

Nach dem Gesagten halte ich es trotz jenes Unterschiedes für sehr wahrscheinlich, dass das mir vorliegende Thermometer wirklich das vom Grafen MANDELSLOH im Bohrloche benutzt gewesene ist. Sollte das aber doch nicht der Fall sein, dann ist das mir vorliegende sicher das von Bergrat DEGEN bei diesen Temperaturuntersuchungen benutzt gewesene. Da nun MANDELSLOH ausdrücklich erwähnt, dass DEGEN's Messungen bis auf kleine Unterschiede mit den seinigen übereinstimmten, so ist es für unsere Untersuchung nicht so sehr wesentlich, ob wir dieses oder jenes Thermometer vor uns haben.

Bevor ich nun zu einer Darlegung der durch die Untersuchung dieses Instrumentes gewonnenen Ergebnisse schreite, wollen wir uns zuvor zu einer **Prüfung der vom Grafen Mandelsloh angestellten Berechnung** wenden:

Auf Grund seiner oben abgedruckten Temperaturmessungen giebt derselbe die Berechnung der Wärmezunahme mit den folgenden

Worten: „Hienach kommen auf 100 Fuss württemb. + 3,28° C. und auf 1° C. Wärmezunahme 30,49 Pariser Fuss (ein bei so beträchtlicher Tiefe alle sonst bekannten weit übertreffendes Resultat).“ Mit leichter Mühe kann man sich nun davon überzeugen, dass diese Berechnung ebenso viele Fehler enthält als sie Angaben macht.

Nach dem unten Angegebenen[1] sind 100 Fuss württemb. gleich rund 88 Pariser Fuss. Daraus folgt erstens, dass auf 1° C. Wärmezunahme nicht, wie Mandelsloh sagt, 30,49, sondern sogar nur 26,88 Pariser Fuss kommen würden, so dass hiernach die geothermische Tiefenstufe also noch kleiner sein würde als derselbe berechnet. Doch dieser Rechenfehler hat für uns keine Bedeutung, da überhaupt schon die Grundzahl, aus welcher jene obige falsche abgeleitet wurde — nämlich 3,28° C. auf je 100 Fuss württemb. — unrichtig ist.

Mandelsloh hat diesen Wert von 3,28° C. ersichtlich durch den folgenden Gedankengang erlangt: „Wenn in 1180 Fuss Tiefe 38,7° C. herrschen, so kommen auf je 100 dieser 1180 Fuss immer 3,28° C.“

Das ist aber ganz unzulässig; denn Mandelsloh geht hierbei von der Erdoberfläche aus und nimmt auf derselben zudem noch ganz willkürlich die Temperatur von 0° an. Man will ja nur die der Erde eigene Wärme messen. Der Einfluss der Sonnenwärme aber reicht, in unseren Breiten, bis hinab in eine Tiefe von etwa 20 m oder rund 70 württemb. Fuss. In dieser Tiefe herrscht unveränderlich eine Temperatur, welche sehr annähernd dem Jahresmittel des Ortes an der Erdoberfläche gleicht. Nur von dieser Tiefe an und nur von dieser Temperatur aus darf man bekanntlich die nach dem Erdinnern zu stattfindende Wärmezunahme berechnen. Wie nun später dargelegt werden wird, muss mit 70 Fuss württemb. bei Neuffen eine unveränderliche Temperatur von ungefähr 8,33° C. herrschen.

Legt man diese Temperatur der Berechnung zu Grunde, so findet sich auf je 100 Fuss württemb. nicht, wie Mandelsloh sagt, eine durchschnittliche Zunahme von 3,28° C., sondern nur von 2,74° C., und das ergiebt eine Wärmezunahme von 1° C. nicht bereits auf je 26,83 Pariser Fuss, wie aus Mandelsloh's Berechnung folgt, sondern erst auf je 32,11 Pariser Fuss.

---

[1] 1 Meter = 3,078 Pariser Fuss = 3,491 württemb. Fuss.

Will man dagegen nicht das obige durch Analogieschlüsse gefundene wahrscheinliche Jahresmittel von Neuffen in 70 Fuss Tiefe zu Grunde legen, sondern von der nächstbenachbarten 100 Fusstiefe und der Temperatur ausgehen, welche MANDELSLOH in derselben durch Messung bestimmte, so erhalten wir das folgende, natürlich ziemlich ähnliche Ergebnis. Da nach dieser Messung in 100 Fuss württemb. Tiefe 10,8° C. gefunden wurden, und in 1180 Fuss 38,7° C., so ergiebt sich für den Tiefenunterschied von 1080 Fuss eine Zunahme von 27,9° C. Das macht dann auf je 100 Fuss württemb. ein durchschnittliches Anwachsen von 2,58° C., somit auf je 38,8 württemb. = 34,1 Pariser Fuss eine Wärmezunahme von 1° C.

Fassen wir nun diese beiden Ergebnisse zusammen, so folgt, je nachdem wir die erste bezw. die zweite Art der Berichtigung anwenden wollen: Bei den im Jahre 1839 erfolgten Temperaturbestimmungen hat MANDELSLOH sich nicht nur verrechnet, sondern auch zudem eine ganz unzulässige Methode der Berechnung angewendet. Es darf daher die Wärmezunahme im Bohrloch zu Neuffen nicht, wie MANDELSLOH meinte, auf 3,28° C. pro 100 Fuss württemb. angegeben werden, sondern nur auf 2,74 bezw. 2,58° C. Daraus folgt weiter, dass eine Wärmezunahme von 1° C. nicht bereits auf je 26,83 Pariser Fuss kommt, sondern erst auf je 32,11 bezw. 34,10 Pariser Fuss, das macht 10,4 bezw. 11,1 m. Nach den 1839 erfolgten Messungen ist also die Wärmezunahme nicht ganz so gross, oder mit anderen Worten, die geothermische Tiefenstufe nicht ganz so klein, wie MANDELSLOH berechnete.

Indessen trotz dieser Herabminderung der Wärmezunahme, welche sich auf solche Weise nach jenen Messungen für das Bohrloch bei Neuffen ergiebt, ist die Zunahme immer noch eine so grosse, wie sie unter normalen Verhältnissen von keinem anderen Orte der Erde bisher nachgewiesen wurde; denn selbst das Bohrloch vom Monte Massi in der Toskanischen Maremme (s. später) hat eine geothermische Tiefenstufe von 13 m, welche die von Neuffen immer noch um rund 2 m übertrifft. Es musste daher trotzdem der Argwohn bestehen bleiben, dass bei den Temperaturbestimmungen zu Neuffen irgendwelche und zwar sehr starke Fehlerquellen ihren störenden Einfluss geltend gemacht hätten.

Zum besseren Verständnis ist es nötig, zunächst eine **Beschreibung und Abbildung des von Mandelsloh gebrauchten Geo-**

thermometers zu geben, welches sich jetzt in der Sammlung des physikalischen Institutes der technischen Hochschule zu Stuttgart befindet. Gewisse Wiederholungen des bereits auf S. 111 Gesagten sind hierbei unvermeidlich. Das Thermometer besteht aus einer oben offenen Glasröhre, in deren unterer Erweiterung sich das Quecksilber befindet. Das obere, offene Ende der Röhre ist zu einer Spitze ausgezogen, so dass hier das in der Tiefe durch Erwärmung sich ausdehnende Quecksilber als eine Säule von geringem Durchmesser austreten und hinabfallen konnte. Diese Glasröhre liegt auf einem Messingstabe, welcher auf der Rückseite den Namen „Kinzelbach. Stuttgart“ trägt, während auf der Vorderseite „Celsius“ eingegraben ist. Dieser Stab ist in 26 Grade Celsius geteilt; jeder Grad nimmt eine Länge von 8 mm ein und ist wieder in halbe Grade geteilt. Die Zahlen der Grade sind in umgekehrter Ordnung angebracht: Oben liegt der Nullpunkt und von da an zählen die Grade nach abwärts, so dass über der mit Quecksilber erfüllten Weitung der Röhre der 26. Grad liegt. Bereits oben (S. 112) ist auseinandergesetzt worden, warum diese 26 Grade nicht von 0—26, sondern von 2—28 zählen.

Die gläserne Quecksilberröhre wie der Messingstab liegen in einer runden, oben geschlossenen Schutzröhre von Glas, welche unten offen ist und hier in einen aus Messing bestehenden Fuss eingekittet wurde. Das oben aus der Quecksilberröhre austretende Metall sammelte sich daher, was jedoch unwesentlich ist, unten in diesem Fusse an. Dieser letztere ist von einem runden Loch durchbohrt, so dass Wasser und Luft in das Innere des Thermometers eindringen konnten.

Wenn dieses Thermometer in die Tiefe hinabgelassen werden sollte, so wurde es in eine gleichfalls noch vorhandene Schutzröhre oder Kapsel von starkem Eisen gethan, so in die Fangschere gestellt, und mit dem ganzen Bohrgestänge in die Tiefe hinabgelassen. Auch diese Schutzröhre ist von zwei Löchern durchbohrt, so dass Wasser und Luft in dieselbe eindringen und durch das Loch des Messingfusses in das Innere des Thermometers treten konnten.

Die Gestalt und Beschaffenheit dieses Geothermometers stimmt

fast ganz genau mit derjenigen überein, welche MAGNUS[1] abbildet und beschreibt. Nur das Glasgefäss, welches zur Aufnahme des oben austretenden Quecksilbers dienen soll und von MAGNUS seinem Instrumente später[2] hinzugefügt wurde, fehlt. Auch darin findet eine kleine Abweichung statt, dass bei MAGNUS der Nullstrich unten, bei unserem Geothermometer aber oben ist.

Die Temperaturmessungen mit diesem Thermometer wurden von MANDELSLOH auf zwei verschiedene Weisen angestellt[3]. Man konnte entweder das Geothermometer zusammen mit einem Normalthermometer in ein Wasserbad stellen und letzeres so lange erwärmen, bis das Quecksilber eben wieder am oberen Ende ausfliessen wollte. Las man in diesem Augenblicke die Temperatur an dem Normalthermometer ab, so hatte man die Temperatur, welche in der betreffenden Tiefe geherrscht hatte. Diese sicherste Art der Temperaturbestimmung — weil sie von gewissen Fehlern der gläsernen Quecksilberröhre unabhängig macht — hat MANDELSLOH nur bei den grösseren Tiefen angewendet (s. später). Für die geringeren Tiefen benutzte er dagegen eine umständlichere Art und Weise: Er setzte das Thermometer über Tage in Schnee mit Nulltemperatur und füllte es hier mit Quecksilber. Nachdem nun in der Tiefe ein Teil des letzteren ausgeflossen war, wurde das heraufgeholte Instrument über Tage abermals in Schnee mit Nulltemperatur gebracht. Jetzt konnte man direkt an der Skala des Geothermometers die Temperatur der betreffenden Tiefe ablesen.

Nach dieser Bescheibung des Geothermometers wende ich mich zu der **Besprechung der äusseren Einflüsse, welche bei den Messungen schädlich, d. h. fehlererzeugend auf dieses Instrument eingewirkt haben können.**

[1] Annalen der Physik und Chemie. 1831. Bd. XXII (LXXXXVIII). S. 136. Taf. II. Fig. 1, 2, 3.

[2] Ebenda. 1837. Bd. X. S. 142.

[3] Wenn das Instrument in die Tiefe hinabgelassen wird, so steigt die Quecksilbersäule infolge der Wärme in die Höhe; und es fliesst am oberen offenen Ende so viel Quecksilber aus, als der Wärme entspricht. Bei den Messungen zu Neuffen kam das Geothermometer, da dieselben bei kalter Jahreszeit erfolgten, nach dem Aufziehen in allen Fällen über Tage in niedrigere Temperatur, als solche in der betreffenden Tiefe geherrscht hatte; die Quecksilbersäule zog sich also stets von der oberen Öffnung zurück. Das hätte natürlich auch umgekehrt sein können. Wenn z. B. in der Tiefe bei 100 Fuss 10° C. geherrscht hätten, oben aber die Lufttemperatur im Sommer 20° C. gewesen wäre, dann würde oben noch mehr Quecksilber ausgeflossen sein. Aber dieser Fall trat nie ein, wie die Tabelle auf S. 105 zeigt.

Zuvörderst werden wir zu prüfen haben, ob die auffallende Höhe der beobachteten Temperaturen etwa dadurch hervorgerufen sein könnte, dass noch **Wärme von der Bohrarbeit** im Bohrloche steckte. Der Betrag derselben kann gar nicht unbedeutend sein, wie aus den von DUNKER veröffentlichten Beobachtungen im Bohrloche zu Sperenberg hervorgeht [1]. Dort ergaben die in 2800 bis 3300 Fuss Tiefe auf je 100 Fuss bald nach dem Bohren gemachten Messungen stets eine um 2—2,8° R. höhere Temperatur, als die $^1/_4$—$^1/_2$ Jahr später wiederholten Messungen! Das Verhältnis für die durch Bohrarbeit erzeugte Wärmemenge stellt sich jedoch noch weit günstiger als aus diesen Zahlen hervorgeht; denn die späteren Messungen erfolgten nicht in derselben, sondern in einer jedesmal um 50 Fuss grösseren Tiefe. So hatte man z. B. in 3000 Fuss Tiefe anfänglich eine um 2,7° R. höhere Temperatur gemessen, als später in 3050 Fuss Tiefe; in 3100 eine um 2,8° R. höhere, als später in 3150 u. s. w. Würde man später in derselben, und nicht in einer 50 Fuss grösseren Tiefe gemessen haben als bald nach dem Bohren, so hätte man natürlich noch wesentlich bedeutendere Temperaturunterschiede gefunden.

Von einem derartigen Einflusse sind die Beobachtungen zu Neuffen zweifellos ganz frei gewesen; denn das Niederbringen des nur 1186 württembergische Fuss tiefen Loches dauerte nicht weniger als 6 Jahre. Einmal wurde die Arbeit sogar auf ein ganzes Jahr eingestellt. Im April 1839 wurde das Bohrloch aufgegeben, und in der Zeit zwischen Februar und April 1839 geschahen die Temperaturbestimmungen. Letztere also vollzogen sich zu einer Zeit, in welcher man das Bohren bereits fast ganz beendet bezw. aufgegeben hatte. Aber selbst wenn man noch während dieses Zeitraumes etwas gebohrt haben sollte, so konnte es sich doch nur noch um die allerletzten erbohrten Teufen handeln. In diesen aber zeigt sich die Wärmezunahme keineswegs als eine bedeutendere; sie ist im Gegenteil etwas geringer als in den Teufen von 800—1100 Fuss. Es ist also ganz unmöglich, dass in Wärme umgesetzte Bohrarbeit hier eine Rolle spielen konnte.

Ein wenig anders liegt die Sache hinsichtlich der folgenden Verhältnisse: Da das Bohrloch nicht verrohrt war, so erfolgten häufige Nachstürze. Der so erzeugte Schlamm leistete Widerstand beim

---

[1] Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. XX. 1872. S. 221 u. 216.

Messen. Infolgedessen konnte das Geothermometer nicht einfach an einem Seil mit Hilfe eines angehängten Gewichtes hinabgelassen werden, sondern musste, in seiner verschlossenen Kapsel, in die Fangschere gestellt und so mit dem ganzen Bohrgestänge durch den Schlamm hinabgeführt werden. Zweifellos muss theoretisch infolge der dadurch entstandenen Reibung etwas Wärme erzeugt worden sein. Wie gross die Menge derselben war, entzieht sich einer sicheren Schätzung. Aber man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man diese durch das Durchstossen des Bohrschlammes erzeugte Wärme für so minimal betrachtet, dass ihr die ganz aussergewöhnliche Wärmezunahme im Bohrloche nur zu einem verschwindend kleinen Teile zugeschrieben werden könnte. Jedenfalls hat man bei dem tiefsten bisher bekannten Bohrloche, dem von Schladebach, diesen Einfluss nicht gefürchtet; denn um die schädliche Einwirkung der Wassercirkulation zu hemmen, hat man dort sogar künstlich den oberen Teil des Bohrloches, mit Hilfe eines in der Tiefe angebrachten Pfropfens, durch eine 426 m lange Säule von Lettenschlamm angefüllt[1].

Ein weiterer naheliegender Gedanke ist der, dass etwa die das Bohrloch füllenden **Wasser** einen starken Einfluss auf die Verschleierung der wahren Wärme ausgeübt haben könnten. Bezüglich der Frage nach der Möglichkeit eines solchen Einflusses ist zwar behauptet worden, das Gestein, welches die im Bohrloche stehende Wassersäule einschliesst, sei unendlich gross gegenüber dieser Wassermasse; die Temperatur des Gesteines könne mithin durch diejenige des Wassers nicht verändert werden. Demgegenüber aber macht F. Henrich[2] mit Recht geltend, dass das Wasser im Bohrloche sich unausgesetzt in strömender Bewegung befindet, mithin unausgesetzt in der Tiefe dem Gesteine Wärme entführt und diese an die oberen Teufen abgiebt.

Wie ungemein gross der Einfluss dieser Verhältnisse sein kann, geht aus den Versuchen in dem Bohrloche zu Sperenberg hervor. In 3390 Fuss Tiefe erhielt man eine Temperatur von 36,6° R., sowie die Wasserströmung eine Zeitlang aufgehoben war. Liess man dieselbe dagegen wieder in Kraft treten, so zeigte das Thermometer nur 33,6° R. Jene 36,6° R. geben die wirklich dieser Tiefe zukommende Wärme; die 33,6° R. zeigen die Verschleierung derselben unter dem

[1] Vergl. Braun und Waitz l. c. S. 3.

[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1888. Bd. I. S. 181.

abkühlenden Einflusse des Wassers. Letzteres hat also einen Unterschied von 3^0 R. = $3{,}75^0$ C. erzeugt!

Was nun das Bohrloch zu Neuffen anbetrifft, so war hier wohl sicher das Wasser nicht abgesperrt; denn man wird in damaliger Zeit schwerlich an solche Vorsichtsmassregeln gedacht haben. Allein, ein Auf- und Abströmen des Wassers war hier jedenfalls bis zu einem gewissen Grade gehindert, da das Bohrloch durch nachgestürzte Massen litt. Immerhin wird ein gewisser Einfluss des Wassers sich geltend gemacht haben; aber nur in der Weise, dass die Temperatur der tieferen Schichten etwas erniedrigt, diejenige der höheren etwas erhöht wurde.

Es dürfte nämlich die Annahme völlig auszuschliessen sein, dass etwa eine aus der Tiefe aufsteigende warme Quelle zu Neuffen angebohrt worden sein könnte, auf welche die grosse Wärmezunahme zurückzuführen sei. Derartiges hätte Mandelsloh gewiss mitgeteilt, denn er berichtet Gegenteiliges: Dass in 77 Fuss Tiefe eine kalte Quelle angebohrt wurde, welche während der ganzen Jahre des Bohrens ununterbrochen floss. Dieselbe war offenbar flachen Ursprunges; denn sie richtete sich, wie er sagt, stets nach der Temperatur der Atmosphäre. Nur diese Quelle kann Einfluss auf die Temperatur im Bohrloche gehabt haben. Nun wurden die Bestimmungen in demselben vom 26. Februar bis zum 11. April 1839 vorgenommen; am 26. Februar hatte die Quelle 7^0 C. Sie kann also den ganzen Winter über das Bohrloch in der Tiefe nur etwas abgekühlt haben. Unmöglich lässt sich daher die hohe Temperatur des Bohrloches zu Neuffen auf die Einwirkung von Wasser zurückführen.

Des weiteren haben wir zu prüfen, ob etwa in dem Bohrloche sich grössere Massen von Eisen befanden, dessen gute **Wärmeleitung** einen Einfluss auf die Messungen ausüben konnte. Wir sahen jedoch bereits, dass das Bohrloch nicht verrohrt war, so dass auch von dieser Seite keine störende Einwirkung vorausgesetzt werden darf.

Anders aber lagen die Dinge in bezug auf das Gestänge. Indem, wie Mandelsloh berichtet, das in einer eisernen Kapsel befindliche Geothermometer an dem Gestänge befestigt und mit diesem hinabgelassen wurde, musste notwendig durch diese, von unten bis an die Oberfläche reichende Eisenmasse, eine Ausgleichung der Temperaturen in den verschiedenen Tiefen angebahnt werden. Bis zu welchem Grade eine solche zu Neuffen erfolgte, entzieht sich genauer Berechnung. Eine Vergleichung der entsprechenden Er-

fahrungen bei Schladebach ergiebt einen Anhaltspunkt nur bezüglich der Verröhrung. Dort stellten sich in einer und derselben Tiefe Unterschiede der Temperatur bis zu 0,9° R. heraus, je nachdem man diese in der Tiefe liess oder entfernte; während aber in beiden Fällen das Gestänge in dem Bohrloche verblieb.

Es ergiebt sich also in dieser Beziehung ganz dasselbe, was für die Wasserbewegung gilt: Den grösseren Teufen wird durch die eiserne Leitung etwas Wärme entzogen, den oberen Teilen dagegen etwas höhere Temperatur zugeführt.

Die Einwirkung des eisernen Gestänges im Bohrloche zu Neuffen kann mithin nur darin bestanden haben, dass die Temperatur in der Tiefe etwas erniedrigt, in der Höhe etwas erhöht wurde. Da jedoch das Gestänge nicht wie eine Verröhrung dauernd im Bohrloche steckte, so wird sein Einfluss ein sehr geringfügiger gewesen sein.

Bezüglich der verschiedenen Wärmeleitung der durchbohrten Schichten verweise ich auf das Bohrprofil (s. später). Aus demselben geht hervor, dass vorwiegend thonige Gesteine durchsunken wurden. Von einem sehr grellen Wechsel in der Gesteinsbeschaffenheit wird man hier nicht sprechen dürfen; jedenfalls kann man ihm nicht die so grosse Wärmezunahme aufbürden, welche MANDELSLOH beobachtet hat.

In einem gewissen Zusammenhange mit den im Vorhergehenden besprochenen Verhältnissen der Wärmeausgleichung im Bohrloche durch Wasser, Verröhrung und Gestänge steht die folgende Erscheinung.

Wenn man eine **Prüfung der Temperaturangaben** in den verschiedenen Tiefen zu Neuffen auf die Frage hin veranstaltet, ob etwa irgend eine der angegebenen Temperaturen ganz besonders verdächtig und falsch zu sein scheint, so wird man ein solches besonderes Misstrauen gleich gegenüber der ersten Messung in 100 Fuss Tiefe hegen müssen.

In einer Tiefe von ungefähr 20 m oder 70 Fuss württemb. herrscht in unseren Breiten, also sicher doch auch bei Neuffen, die unveränderliche Temperatur, welche dem Jahresmittel des betreffenden Ortes an der Erdoberfläche nahezu entspricht. Dieses Jahresmittel ist nun zwar von Neuffen nicht bekannt. Es lässt sich aber sehr annähernd berechnen aus den Jahresmitteln anderer Orte, welche ich den Württembergischen Jahrbüchern für Statistik und Landes-

kunde entnehme[1]. Es haben als 50jähriges Mittel die beiden folgenden Orte, welche in der Umgegend von Neuffen liegen, und zwar

Kirchheim in 322 m Meereshöhe 8,83° C.
Schopfloch „ 770 m „ 6,61° C.

Aus dem Vergleiche der Jahresmittel aller württembergischen meteorologischen Stationen und ihrer Meereshöhe ergiebt sich nun, dass für das ganze Land im Durchschnitt auf eine Erhebung von je 100 m über den Meeresspiegel eine Wärmeabnahme von 0,73° C. erfolgt. Im besonderen aber folgt aus der Vergleichung der Höhen und Durchschnittstemperaturen von Kirchheim und Schopfloch, dass hier auf eine Erhebung von je 100 m nur eine Wärmeabnahme von 0,50° C. erfolgt. Beide Stationen sind in bezug auf ihr Jahresmittel normal, d. h. ihre lokale Abweichung der beobachteten mittleren Wärme von der berechneten ist nur eine geringfügige zu nennen, da sie den Betrag von 0,2° C. nicht übersteigt. Wir werden daher die Angaben dieser beiden normalen und Neuffen zugleich naheliegenden Stationen der Berechnung des Jahresmittels von Neuffen zu Grunde legen können. Die Zunahme der Wärme, welche durch südlichere Lage bedingt ist, werden wir hier ausser acht lassen können, da dieselbe auf 1° südlicherer Lage nur 0,40° C. beträgt und alle drei Orte ziemlich auf demselben Breitengrade liegen.

Kirchheim hat 322, die Mündung des Bohrloches bei Neuffen etwa 420 m Meereshöhe. Neuffen liegt also rund 100 m höher als Kirchheim, muss mithin ein um 0,50° C. niedrigeres Jahresmittel haben. Da nun Kirchheim ein solches von 8,83° C. besitzt, so muss bei Neuffen das Jahresmittel ungefähr 8,33° C. betragen. Höher wird der Betrag auf keinen Fall sein, denn das nicht weit entfernte Tübingen mit 325, also fast um 100 m geringerer Meereshöhe, hat auch nur 8,36° C.[2]

Bei Neuffen muss mithin in der Zone der unveränderlichen Temperatur, d. h. in einer Tiefe von mindestens 70 Fuss württemb., eine Wärme von 8,33° C. herrschen. Aus dieser Zahl lässt sich nun leicht die Temperatur annähernd berechnen, welche in der Tiefe von 100 württemb. Fuss höchstens angetroffen werden dürfte.

Durchschnittlich beträgt, nach den Messungen Mandelsloh's berechnet (S. 117), die Temperaturzunahme bei Neuffen auf 38,8 württemb. Fuss 1° C. Das ergiebt für 30 Fuss 0,77° C. Rechnet

[1] Jahrgang 1880. S. 4, 6, 9.

[2] Wobei freilich die Lage im offenen Neckarthale etwas herabziehend wirken wird.

man diese 0,77° zu jenen 8,33° C. in 70 Fuss Tiefe hinzu, so ergiebt sich für die 100 Fusstiefe eine Temperatur von 9,10° C., während MANDELSLOH 10,8° C. gemessen hat.

Nun wird es freilich billig sein, für das zu berechnende Anwachsen der Temperatur von 70 zu 100 Fuss Tiefe nicht auf der obigen durchschnittlichen Zunahme als allein möglich zu beharren, sondern auch als möglich eines der höchsten Masse von Wärmezunahme zu Grunde zu legen, von welchen MANDELSLOH berichtet. Ein solches ergiebt sich z. B. zwischen 500 und 600 Fuss mit 3,1° C. Daraus berechnet sich auf 30 Fuss ein Anwachsen um 0,93° C. Zählt man diese zu jenen 8,33° C. in 70 Fuss Tiefe hinzu, so folgt für die 100 Fusstiefe eine Temperatur von 9,26° C. gegenüber den 10,8° C. nach MANDELSLOH.

Aus obiger Darlegung ergiebt sich also, dass die Temperatur in 100 württemb. Fuss Tiefe nur 9,10 bezw. 9,26° C. betragen kann, während MANDELSLOH 10,8° C. gemessen hatte. Es ist mithin MANDELSLOH's Messung in der 100 Fusstiefe mit grösster Wahrscheinlichkeit um 1,7 bezw. 1,5° C. höher als der Wirklichkeit entsprochen wird.

Die Ursache dieser Erscheinung kann eine verschiedene sein. Sie kann einmal in einer fehlerhaften Beschaffenheit des Thermometers liegen. Wir werden indessen sehen, dass das von MANDELSLOH gebrauchte Instrument gerade in seinem oberen Teile fast genau mit dem Normalthermometer übereinstimmt. Erst im mittleren und unteren Teile weicht es von demselben ab. Nun handelt es sich bei der 100 Fusstiefe mit 10,8° C. nur um diese oberen und obersten mittleren Teile des Thermometers, also um eine Strecke desselben, welche ziemlich richtig ist. Wie dem aber auch sei, jedenfalls machen sie nur zu geringe, nicht aber zu hohe Temperaturangaben. Da nun MANDELSLOH nach unserer Überlegung in der 100 Fusstiefe gerade umgekehrt eine um 1,5—1,7° C. zu hohe Temperatur gefunden hat als der Wirklichkeit entspricht, so kann die Ursache davon nicht in der Beschaffenheit des Geothermometers gefunden werden.

Liegt nun die Ursache dieser Erscheinung nicht an dem Instrumente selbst, so wird sie zunächst in dem Einflusse des Wassers gesucht werden müssen. In jedem Bohrloche, in welchem das Wasser eine auf- und abströmende Bewegung annehmen kann, muss dasselbe die Wärme, welche es in den grösseren Tiefen annimmt,

zum Teil in den oberen wieder abgeben (s. S. 122). Nachdem daher das Wasser jahrelang derartig auf die Wände eines tiefen Bohrloches eingewirkt hat, wird es die Temperatur der unteren Teufen um einen gewissen Betrag erniedrigt, diejenige der oberen um einen entsprechenden erhöht haben. Mithin muss auch in der 20 Metertiefe, der Zone der unveränderlichen Temperatur, eine höhere Temperatur gefunden werden, als eigentlich entsprechend dem Jahresmittel des Ortes dort herrschen darf, wie das Hendrich[1] ausgeführt hat.

In Sperenberg hat sich (s. S. 121) in dieser Beziehung ganz dieselbe Erscheinung wie zu Neuffen gezeigt. Nun will freilich Dunker[2] dieselbe als eine Folge der wärmeleitenden Eigenschaft der Verröhrung erklären, welche bis zu 444 Fuss hinabreichte, sowie dadurch, dass drei Verröhrungen ineinander steckten, in deren Zwischenräumen das Wasser noch ungehinderter auf- und abströmen konnte, als zwischen nur einer Röhre und dem Gestein. Es wird gewiss, wie Dunker will, auch die Verröhrung jene Erscheinung mit hervorgerufen haben; aber zum anderen Teile wird dieselbe sicher auch durch das Wasser an sich bewirkt worden sein. Thatsache ist, dass in Sperenberg schon in 50 preuss. Fuss Tiefe eine Temperatur von 12,33° C. herrscht, welche das in ungefähr dieser Tiefe theoretisch geforderte Jahresmittel um 3,35° C. übertrifft. Wogegen bei Neuffen sogar in 100 württemb. Fuss Tiefe nur 10,8° C. gefunden wurden, und in der Zone der unveränderlichen Temperatur die Wärme nur um 1,5—1,7° C. höher war als sie sein durfte.

Es ist mithin sogar bei den mit grösster Vorsicht und in neuerer Zeit angestellten Beobachtungen bei Sperenberg in der Zone der unveränderlichen Temperatur eine Wärme gefunden, welche das dortige Jahresmittel noch bei weitem stärker übertrifft, als das bei Neuffen der Fall war. Durch diesen analogen Vorgang zu Sperenberg wird mithin die scheinbar falsche Beobachtung Mandelsloh's zu Neuffen durchaus gerechtfertigt. Ein gerade auf diesen nachweisbaren Widerspruch gegründeter Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtungen überhaupt, ist daher völlig unstatthaft. Un-

---

[1] Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. XXV. S. 61. — Ferner Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1888. I. S. 182.

[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1879. S. 116 pp., und Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. XX. S. 211.

gezwungen erklärt sich auch, dass, in der ungefähren Zone der unveränderlichen Temperatur, zu Sperenberg die Wärme um 3,35° C., zu Neuffen dagegen nur um 1,5—1,7° C. höher gefunden wurde, als sie theoretisch sein durfte. Bei Sperenberg kommt zu der Wasserwirkung, wie oben angeführt, noch der im selben Sinne wirkende wärmeausgleichende Einfluss der Verröhrung hinzu; wodurch sich der Erfolg bis auf 3,35° C. vergrössert. Bei Neuffen dagegen fehlte die Verröhrung ganz; nur das eiserne Gestänge (s. S. 123) wirkte wärmeausgleichend und eine Auf- und Abströmung des Wassers war bis zu einem gewissen Grade gedämpft durch die nachgestürzten Massen. Infolgedessen zu Neuffen nur der kaum halb so grosse Fehler von 1,5—1,7° C.

Hendrich ist der Ansicht, dass das besprochene Verhalten des Sperenberger Bohrloches nicht etwa eine Ausnahme bilde, sondern dass es eine ganz allgemeine Regel verrate, welche sich in allen tiefen Bohrlöchern erkennen lassen müsse. Stets werde hier in der Zone der unveränderlichen Temperatur die Wärme um einen grösseren oder geringeren Betrag höher sein, als nach dem Jahresmittel zu erwarten wäre. Sollte sich diese Ansicht bestätigen, so würde darin, dass auch die Messungen zu Neuffen diese selbe Regelwidrigkeit zeigen, wie diejenigen anderer Bohrlöcher, gerade ein Beweis für die Genauigkeit von Mandelsloh's Untersuchungen liegen.

Wenden wir uns nun zu der Frage, wie sich unser Thermometer dem **Luftdruck** gegenüber verhalten haben muss. Bevor ich das Thermometer sah, hatte sich der Gedanke aufgedrängt, das mit steigender Tiefe im Bohrloche stattfindende Anwachsen des Luftdruckes möchte die Ursache von zu hohen Temperaturangaben des Thermometers gewesen sein, indem die gläserne Quecksilberröhre mehr und mehr zusammengedrückt wurde. Das wäre die einfachste Lösung der Frage nach der Ursache der so hohen Wärmezunahme gewesen. Nun war in der That unser Geothermometer nicht gegen den Druck geschützt, obgleich es in einer schweren eisernen Kapsel lag. Denn nicht nur befand sich in dieser Kapsel ein grosses Loch, sondern es war auch der Messingfuss der das Thermometer in sich bergenden Schutz-Glasröhre von 2 Löchern durchbohrt. Der Druck konnte also durchaus auf die gläserne Quecksilberröhre wirken und diese mehr und mehr zusammenpressen. Da dieselbe jedoch oben offen war, so äusserte sich der Druck in gleicher Weise auch auf das Quecksilber. Indem dieses nun aber in höherem Masse kom-

primiert wird als Glas[1], so folgt, dass der Einfluss des mit der Tiefe wachsenden Luftdruckes auf unser Geothermometer auch hier wieder niemals eine zu hohe Temperaturangabe desselben bewirken konnte, sondern höchstens eine etwas zu niedrige.

In fünfter Linie war es denkbar, dass eine Erhöhung der normalen Erdtemperatur bei Neuffen durch chemische Prozesse, im besonderen durch **Zersetzung von Eisenkies** erfolgte. Im allgemeinen freilich ist die Menge dieses Minerals in den durchbohrten Schichten wohl eine verhältnismässig so geringe, dass die durch die Zersetzung desselben erzeugte Wärmemenge mehr nur eine theoretische als praktische Bedeutung haben möchte. Im besonderen aber findet sich eine ziemlich bedeutende Anreicherung dieses Minerals im Lias ε, δ, γ und β, also in denjenigen Schichten, welche von 800—1100 Fuss Tiefe durchbohrt worden sein müssen; wie sich das aus der Deutung des Bohrprofils am Ende dieses Kapitels mit Sicherheit ergiebt. Sehen wir nun zu, ob etwa in diesen Tiefen sich eine höhere Wärmezunahme bemerkbar macht, so erhalten wir ein scheinbar schlagendes Ergebnis.

Aus der Tabelle auf S. 105 ergeben sich nämlich die folgenden Steigerungen der Temperatur:

		auf 100 Fuss berechnet	Durchschnitt auf 100 Fuss
Von 100— 200 Fuss Tiefe	um 2,9° C.		
„ 200— 300 „ „	„ 2,8° C.		
„ 300— 409 „ „	„ 1,9° C.	1,7° C.	
„ 409— 500 „ „	„ 2,0° C.	2,2° C.	2,43° C.
„ 500— 600 „ „	„ 3,1° C.		
„ 600— 700 „ „	„ 1,9° C.		
„ 700— 800 „ „	„ 2,4° C.		
{ „ 800— 900 „ „	„ 3,4° C.		
{ „ 900—1000 „ „	„ 2,8° C.	3,5° C.	3,07° C.
{ „ 1000—1080 „ „	„ 2,8° C.		
„ 1080—1180 „ „	„ 2,4° C.		

Die mit einer Klammer versehenen Tiefen sind diejenigen, in welchen verhältnismässig grössere Mengen von Eisenkies liegen müssen. Da der letztere auf diese 300 Fuss aber in verschiedenem Masse verteilt ist, so werden wir aus den drei Zahlen der Tempe-

[1] Über den Betrag und den von Magnus für denselben aufgestellten Ausdruck desselben vergl. Annalen der Physik und Chemie. Bd. XXII (der ganzen Folge 98.). 1831. S. 147, und bei Dunker in Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. XX. 1872. Berlin. S. 230.

ratursteigerung in diesen Tiefen das Mittel nehmen müssen, um besser die Frage entscheiden zu können, ob die Steigerung auf diese 300 Fuss eine höhere ist oder nicht. Das Mittel aus den drei eingeklammerten Temperaturzahlen würde 2,83 ergeben. Allein diese Zahl gestattet keinen richtigen Vergleich, da von 1000—1080 Fuss Tiefe die Steigerung um 2,8° C. ja nicht auf 100, sondern bereits auf 80 Fuss eintritt. Berechnen wir daher diese Steigerung auf 100 Fuss, so würde sich von 1000—1100 Fuss Tiefe eine solche von 3,5° C. ergeben.

Setzen wir nun letztere Zahl an Stelle der 2,8° C., so findet sich als Mittel der Temperatursteigerung zwischen 800 und 1100 Fuss Tiefe ein Betrag von 3,07° C. für jede 100 Fuss. Das ist in der That ganz auffallend; denn bei Absehen von der aus 500 zu 600 Fuss Tiefe eintretenden Steigerung um 3,1° C. finden wir im ganzen Bohrloche nirgends ein so starkes Anwachsen der Temperatur wie hier!

Nehmen wir den Durchschnitt aller anderen Steigerungen — von 100—800 und von 1080—1180 Fuss — so ergeben sich nur 2,43° C. für jede 100 Fuss Tiefe. Dem gegenüber stehen jene 3,07° C.; so dass sich also von 800—1100 Fuss Tiefe ein Mehr der Temperatursteigerung von 0,65° C. für jede 100 Fuss herausstellt. Wir werden also zu dem Schlusse gedrängt: *Die durch grösseren Reichtum an Eisenkies ausgezeichneten Tiefen zwischen 800 und 1100 Fuss lassen nach* Mandelsloh's *Messungen gleichzeitig das grösste Mass von Temperatursteigerung erkennen, und zwar ein Mehr von 0,64° C. für je 100 Fuss Tiefe.*

Weiteres verraten uns natürlich diese Zahlen nicht. Die Vorstellung eines ursächlichen Zusammenhanges beider Dinge liegt aber sehr nahe: Dass nämlich der Schwefelkies, bezw. seine Zersetzung diese höhere Wärmesteigerung veranlasst habe.

So bemerkenswert und einleuchtend nun aber dieses Ergebnis auch zu sein scheint — es lässt sich doch zeigen, dass dasselbe möglicherweise nur ein trügerisches ist. Es wird nämlich später nachgewiesen werden, dass durch diejenige Methode der Temperaturbestimmung, welche in den Tiefen von 100—900 Fuss einschliesslich befolgt wurde, zu niedrige Temperaturangaben erzielt werden mussten; die Ursache liegt in der fehlerhaften Beschaffenheit der gläsernen Quecksilberröhre. Wogegen man durch die von 1000 Fuss Tiefe an befolgte Methode der Messung richtige Zahlen erhielt.

Nun hatte sich die durchschnittliche Temperaturzunahme in

den Tiefen von 100—800 Fuss einschliesslich für je 100 Fuss auf 2,43° C. ergeben. Ist diese Zahl aber zu niedrig, dann nähert sie sich der höheren von 3,07° C. für die grösseren Teufen von 800 bis 1080 Fuss. Infolgedessen ist diese Eisenkies-reichere Schichtenreihe nicht durch eine so viel grössere Wärmezunahme gegenüber der Eisenkies-armen ausgezeichnet, wie das vorher den Anschein hatte. Immerhin aber mag ihr ein kleines Mehr zukommen.

Ein letzter Punkt, welcher hier erwähnt werden muss, ist die ausserordentlich **kurze Dauer der Versuche.** Die Betrachtung der Tabelle auf S. 105 lehrt, dass am 26. Februar um 1 Uhr nachmittags in 300 und schon um 3 Uhr in 600 Fuss Tiefe die Temperatur bestimmt wurde. Ebenso wurde am 27. Februar um $8^1/_2$, $9^3/_4$, $12^1/_2$, $2^3/_4$ und $4^3/_4$ Uhr in 100, 200, 500, 700 und 800 Fuss Tiefe gemessen. Dann am 10. April um 4 und $6^1/_2$ Uhr in 409 und 900 Fuss, am 11. April um $6^1/_4$, $11^3/_4$ und 3 Uhr in 1000, 1180 und 1080 Fuss Tiefe.

Man sieht aus diesen Angaben, dass das Thermometer fast stets nur verhältnismässig kurze Zeit in der jedesmaligen Tiefe geblieben sein kann; und Mandelsloh bemerkt auch selbst: „Das Geothermometer blieb zum wenigsten 1, öfters 2—3 Stunden in dem Bohrloche.“ Nur am 11. April morgens $6^1/_4$ Uhr war das Thermometer vom Abend vorher, also 12 Stunden lang, im Bohrloch bei 1000 Fuss Tiefe gewesen. Sehen wir aber von dieser einen Messung ab, so war die dem Quecksilber bewilligte Zeit, die Temperatur der betreffenden Tiefe anzunehmen, eine zum Teil so geringe, dass man wohl schliessen darf:

Bei dem zum Teil sehr kurzen Aufenthalte des Thermometers in einzelnen Tiefen wird dasselbe hier eher eine, um ein Kleines zu niedrige als eine ganz genügend hohe, richtige Temperatur angezeigt haben.

Wir haben damit die äusseren Umstände betrachtet, welche das wahre Bild der Wärmezunahme bei Neuffen verschleiern konnten. Wir wollen uns nun einer **Prüfung des Geothermometers** selbst zuwenden, um zu sehen, ob und welche Mangelhaftigkeiten desselben die Veranlassung zu falschen Temperaturangaben von seiten dieses Instrumentes gewesen sein könnten.

Zunächst war zu untersuchen, ob die **Tropfengrösse** des von Mandelsloh bezw. Degen gebrauchten Geothermometers etwa eine absonderlich grosse ist, so dass durch diesen Fehler bei den Messungen

der Temperatur grobe Beirrungen erzeugt worden sein könnten. Wie schwierig es ist, die obere, offene Spitze des Geothermometers bis zu höchster Feinheit auszuziehen, geht daraus hervor, dass selbst bei den von BRAUN und WAITZ bei Sulz benutzten Instrumenten, welche erst vor kurzem und mit ganz besonderer Sorgfalt hergestellt wurden, die Grösse des abfallenden Quecksilbertropfens immer noch einen Wert von 0,20 und 0,46° C. besass! Feiner konnten selbst diese Geothermometer nicht gemacht werden (l. c. S. 9). Es liess sich daher annehmen, das in alten Zeiten hergestellte Instrument werde ganz bedeutend weniger fein sein.

Zu dem Zwecke wurde unser Geothermometer zugleich mit einem Normalthermometer in ein Wasserbad gestellt und letzteres mehr und mehr erwärmt. Es zeigte sich nun in der That, dass die Tropfengrösse des Instrumentes eine viel grössere ist, denn sie beträgt durchschnittlich 2,1° C. gegenüber jenen 0,20—0,46° C.[1]

Dieser Mangel unseres Geothermometers ist jedoch immer noch nicht ganz so gross wie das bei den zu Schladebach benutzten der Fall war, wo er bis zu 2° R. betrug. Vor allem aber lässt eine einfache Überlegung erkennen, dass dieser Fehler zwar im stande ist, eine unrichtige Temperaturangabe hervorzurufen, aber stets nur eine zu niedrige, nie eine zu hohe.

Man stelle sich vor, dass das Geothermometer in die Tiefe hinabgelassen wird, dass die Quecksilbersäule nun in seiner Glasröhre in die Höhe steigt und aus der oberen Öffnung derselben soeben herauszuquellen beginnen will. Von diesem Augenblicke an muss bei unserem Instrumente die Wärme noch weiter um volle 2,1° C. steigen, bis der allmählich herausquellende Tropfen so gross geworden ist, dass er unter alleiniger Wirkung seiner Schwere abfallen kann. Wird jetzt, sowie dieses eingetreten ist, das Thermometer emporgezogen, so muss es die in der betreffenden Tiefe herrschende Temperatur ganz genau angeben.

Der genannte Fall wird aber selten eintreten. Es ist vielmehr überwiegend wahrscheinlicher, dass die in der betreffenden Tiefe herrschende Temperatur nur hinreicht, um den Tropfen zum Teil hervortreten zu lassen. In dieser herausgequollenen Lage verbleibt jetzt das Quecksilber, so lange das Thermometer ruhig im Bohrloche hängt. Sowie das Instrument aber dann in die Höhe gezogen und dadurch erschüttert wird, können zwei Fälle eintreten.

[1] Herr Kollege Braun hatte die Liebenswürdigkeit, im physikalischen Institute zu Tübingen die Bestimmung auszuführen.



War der Tropfen bereits zum grösseren Teile seines vollen Umfanges hervorgequollen, so wird er infolge der Erschütterung zum Abfallen gebracht werden. Auch in diesem Falle noch wird das Thermometer, oben angelangt, die richtige Temperatur erkennen lassen, denn es fehlt ja nun genau ebensoviel Quecksilber in der Röhre, als der Temperatur entsprechend herausgequollen war.

Nun kann aber sehr leicht auch der andere Fall eintreten, dass die in der betreffenden Tiefe herrschende Temperatur gerade nur hinreicht, um einen kleineren Teil des vollen Tropfens hervortreten zu machen. Dieser Teil mag so gross sein, dass er bei unserem Instrumente z. B. $^1/_2$ oder $^3/_4{}^0$ C. entspricht. Wird jetzt das Thermometer in die Höhe gezogen, so ist die Erschütterung nicht stark genug, um diesen kleinen Tropfen zum Abfallen zu bringen. Er bleibt zunächst hängen. In den oberen, weniger warmen Teufen zieht das Quecksilber sich aber zusammen und das bereits Herausgequollene tritt wieder in die Röhre zurück. Bestimmt man nun an dem Thermometer die Temperatur der betreffenden Tiefe, so zeigt dasselbe letztere notgedrungen um $^1/_2$ oder $^3/_4{}^0$ C. zuniedrig an.

Es ergiebt sich also, dass das von Mandelsloh benutzte Instrument in dieser Hinsicht zwar für ganz feine Temperaturbestimmungen nicht recht geeignet war; dass aber dieser Einfluss der zu bedeutenden Tropfengrösse unseres Geothermometers niemals eine zu hohe Temperaturangabe desselben bewirken konnte, sondern höchstens einmal eine zu niedrige.

Eine weitere Fehlerquelle, durch welche zu hohe Temperaturangaben hätten erzeugt sein können, lag möglicherweise darin, dass die das Quecksilber enthaltende **Glasröhre von ungleichem Querschnitte** war. Zu dem Zwecke wurde unser Geothermometer zugleich mit einem Normalthermometer in ein Gefäss mit Wasser von 6⁰ C. Anfangstemperatur gestellt und dieses dann, durch Zugiessen wärmeren Wassers unter stetem Umrühren, auf höhere Temperaturen gebracht. Es zeigten hierbei die beiden Thermometer gleichzeitig folgende Temperaturen:

Normalthermometer	Geothermometer[1]
6° C.	28,25° C.
11,3° C.	23,3° C.
16,6° C.	19,15° C.
22,1° C.	14,75° C.
27,1° C.	10,7° C.
32,4° C.	6,25° C.

[1] Bei dem Geothermometer lief die Zählung der Grade von oben nach unten, also umgekehrt wie beim Normalthermometer.

In Wirklichkeit wurden nicht nur die obigen wenigen Temperaturen beider Instrumente miteinander verglichen, sondern die Vergleichung erfolgte ungefähr Grad für Grad, bei mehr als 30 verschiedenen Temperaturen. Auch nicht ein einziges Mal zeigte sich hierbei Übereinstimmung zwischen beiden Instrumenten, sondern das Geothermometer wich fast stets im selben Sinne vor dem Normalthermometer ab. Es war daher genügend, aus den beiden langen Zahlenreihen nur einige Haltepunkte herauszugreifen und hier nebeneinander zu stellen.

Berechnen wir bei diesen die jedesmaligen Unterschiede von Messung zu Messung, so finden wir ein Steigen der Temperatur bei dem

Normalthermometer	Geothermometer
1. um 5,3° C.	um 4,95° C.
2. „ 5,3° C.	„ 4,15° C.
3. „ 5,5° C.	„ 4,40° C.
4. „ 5,0° C.	„ 4,05° C.
5. „ 5,3° C.	„ 4,45° C.

Es sind also im ganzen: 26,4° des Normalthermometers = 22° des Geothermometers; also im Durchschnitt 1° des Geothermometers = 1,2° des Normalinstrumentes.

Eine Vergleichung der beiderseitigen Zahlen ergiebt mithin, dass auf der Skala des Geothermometers die Teilstriche ohne Ausnahme zu weit voneinander entfernt gezogen wurden, dass hier die Grade also grösser sind als am Normalthermometer. Daraus folgt aber, dass in den unteren Teufen bis zu mindestens 900 Fuss württembergisch, in welchen Mandelsloh die Temperaturen direkt am Geothermometer ablas, die Temperaturen von dem letzteren zu niedrig angegeben wurden.

Also auch hier wieder nicht etwa ein Fehler, welcher zu hohe Temperaturangaben hervorrief, so dass man durch ihn die auffallend hohe Wärmezunahme erklären könnte, sondern im Gegenteil ein Fehler, welcher uns die von Mandelsloh beobachteten, so sehr hohen Temperaturen, wenigstens in den geringeren Teufen, immer noch als zu niedrig erscheinen macht. An Stelle der Aufklärung nur noch grössere Verdunkelung als Folge der Untersuchung! Denn das Ergebnis derselben ist ebenso überraschend wie unglaubwürdig; und doch findet es in dem später zu Zeigenden eine Stütze.

Es wird an obiger Tabelle auffallen, dass in derselben die Vergleichung der beiden Thermometer nicht weiter fortgeführt wurde, sondern bei 6,25° C. des Geothermometers stehen blieb. Die Ursache liegt darin, dass gegenwärtig oberhalb des 6. Teilstriches ein feiner Belag von oxydiertem Quecksilber sehr fest an der inneren Glaswand der Quecksilberröhre haftete, welcher sich, trotz wiederholten Austreibens des Metalles durch Wärme nicht ausstossen liess. Derselbe hinderte in ersichtlicher Weise die Beweglichkeit der Quecksilbersäule, machte aber vor allem ihre Angaben ungenau, da er die Röhre verengerte. Infolgedessen musste natürlich die Gradeinteilung des Geothermometers, welche sich bis an diese Stelle als zu gross für dasselbe erwies — indem beispielsweise (Nro. 2) 4,15° = 5,3° des Normalthermometers waren — nun in geringerem Masse diesen Fehler zeigen. Auf solche Weise erklärte es sich denn wohl, dass an dieser Stelle des Geothermometers dieses fast genau mit dem Normalinstrumente übereinstimmt. Es stieg nämlich[1] das

Normalthermometer von 30,2° C. auf 35,6° C., also um 5,4° C.;
Geothermometer „ 7,2° C. „ 2,0° C., „ „ 5,2° C.

So stellt sich, wie gesagt, jetzt das Instrument dar. Es ist jedoch kaum anzunehmen, dass auch damals bereits, als MANDELSLOH dasselbe benutzte, die Röhre an dieser Stelle durch oxydiertes Quecksilber verunreinigt war. Das wird sich gewiss erst im Laufe der Jahrzehnte herausgebildet haben, während welcher die Metallsäule an diesem ihrem oberen Ende stets mit der Luft in Berührung stand. Wir werden wohl eher annehmen dürfen, dass zu MANDELSLOH's Zeiten[2] die Gradeinteilung des Geothermometers auch zwischen 7 und 2° zu gross für die zugehörige Quecksilberröhre war, ganz wie das zwischen 28 und 7° der Fall ist.

Anders dagegen verhält sich der obere Teil der gläsernen Quecksilberröhre, von 2° an aufwärts bis zur offenen Spitze. Da eine Einteilung des Messingstabes an diesem oberen Ende nicht vorhanden war, so habe ich dieselbe vollzogen und nachträglich oberflächlich Teilstriche ganzer Grade eingeritzt. Es liessen sich über dem obersten Teilstrich von 2° noch 9 weitere machen, welche ich von

---

[1] Bei einem früher vorgenommenen Versuche, bei welchem noch ein Tropfen Quecksilber mehr im Geothermometer vorhanden war! Daher setzt die vorige Tabelle, welche mit 32,4° C. = 6,25 des Geothermometers aufhörte, hier bereits mit 30,2° C. = 7,2 des Geothermometers ein.

[2] Der oberste Teilstrich am Geothermometer ist bei 2°, da 0° abgeschnitten wurde. S. 616 und 622.

2 bis 0 und dann von — 1 bis — 7 bezeichne; bei — 7,5 liegt die starke Krümmung der Röhre zum Ausflusse hin. In diesem Teile der Röhre, über 2°, befand sich keinerlei oxydiertes Quecksilber; trotzdem aber zeigte sich, dass hier die Grade des Geothermometers mit denen des Normalinstrumentes ebenfalls beinahe übereinstimmten.

Es stieg nämlich[1] das

Normalthermometer	Geothermometer
von 57°	2,2°
auf 59	0,1
„ 62	—3,0
„ 64,2	—5,4
„ 66	—7,5

Das giebt auf Seiten des Normalinstrumentes 9, des Geothermometers 9,7 Grade. In Anbetracht des Umstandes, dass bei —7,5 das Quecksilber bereits in der Biegung zum Ausflusse hin stand, in welcher sich die Röhre verengert, welche auch das Metall weniger leicht beweglich macht, kann man wohl annehmen, dass die Grade zwischen + 2 und — 7 denen des Normalinstrumentes gleich sind. Es befanden sich daher über dem obersten Teilstriche, von welchem ab Mandelsloh zählte, nämlich oberhalb 2°, noch 9 weitere bis an den Beginn der Biegung zum Ausflusse; dazu vielleicht noch ein halber bis zum Ausflusse selbst, so dass über dem obersten Teilstrich bei 2° noch eine Quecksilbersäule im Werte von 9,5° C. stand. Das musste Mandelsloh natürlich bekannt sein.

Während Mandelsloh in den oberen Teufen die Tiefentemperatur direkt am Geothermometer ablas, so befolgte er in den grösseren Teufen eine andere Methode. Hier stellte er das Geothermometer in ein Wasserbad zusammen mit dem Normalthermometer und las an letzterem die Temperaturen ab. Dabei war es völlig gleichgültig, ob das Geothermometer zu grosse oder zu kleine, oder ungleich grosse Grade besass oder nicht; dasselbe brauchte hierzu ja gar keine Gradeinteilung zu haben. Es werden daher die Temperaturangaben Mandelsloh's, welche er für die grösseren Teufen giebt, die zuverlässigeren sein.

Nun ist es in hohem Masse bemerkenswert, dass in diesen grösseren Teufen von 800 Fuss an, wie die Tabelle auf S. 609 lehrt, diese besser beglaubigte Wärmezunahme eine stärkere ist, als in den ge-

[1] Nachdem abermals viel Quecksilber zur, vergeblichen, Reinigung der Röhre ausgetrieben war; daher hier die so viel höheren Grade des Normalthermometers als vorher.

ringeren Teufen. Wenn wir daher oben die ganz unglaublich klingende Thatsache fanden (S. 133), dass in den geringeren Teufen die Wärmezunahme noch grösser gewesen sein muss, als MANDELSLOH sie fand — so erhält dies eine Stütze dadurch, dass ja in den grösseren Teufen die Zunahme sich durch besser beglaubigte Messungen in der That als eine die geringeren Tiefen übertreffende herausstellt. Unter solchen Umständen wird es aber immerhin besser sein, die weniger genauen Messungen in den geringeren Teufen ganz auszuschliessen, anstatt den Versuch zu machen, sie aus der Untersuchung des Geothermometers heraus verbessern zu wollen. Wir werden uns vorsichtigerweise auf die besser gewährleisteten Messungen in den grösseren Tiefen beschränken. Es ist daher von grosser Wichtigkeit zu wissen, welches denn diese geringeren und grösseren Teufen sind, in denen MANDELSLOH jene beiden ungleichwertigen Methoden der Temperaturbestimmung angewendet hat. Scheinbar ist das ganz klar: MANDELSLOH sagt, dass „die Grade nach 900 Fuss Tiefe nicht mehr (am Geothermometer) abgelesen werden konnten"; weil nämlich so viel Quecksilber infolge der hier so grossen Wärme ausgelaufen war, dass nach dem Einstellen in Schnee das Metall sich in den Behälter zurückzog. Es wurde daher „nach den Messungen von dieser Tiefe an das Geothermometer zugleich mit einem anderen Thermometer in ein Gefäss mit Wasser gethan . . ." (Vergl. S. 618.)

Nach diesen Worten MANDELSLOH's wäre also bis zu 900 Fuss Tiefe einschliesslich die oben geschilderte erste Methode von ihm angewendet worden, welche, wie wir sahen, zu niedrige Temperaturen ergab. Von 1000 Fuss Tiefe einschliesslich an wäre dagegen jene zweite Methode befolgt worden, welche richtige Temperaturbestimmungen lieferte.

Bezüglich dieser Angabe herrscht jedoch nicht völlige Klarheit. Zunächst möchte man zwar glauben, das sei doch der Fall; und es habe sich offenbar ein Gedächtnisfehler eingeschlichen, als MANDELSLOH erst volle fünf Jahre nach den Messungen das Ergebnis derselben veröffentlichte. Nach seiner eigenen Angabe war ja sein Geothermometer, wie ich das bestätigen kann, nur in 26 Grade geteilt. Bereits in 800 Fuss Tiefe aber giebt er 27,8° C. an und in 900 Fuss gar 31,2° C. Man sollte also meinen, diese Zahlen könne MANDELSLOH auf seinem Geothermometer gar nicht abgelesen haben, denn es besass dieselben gar nicht. Nur am Normalthermometer könnten sie von ihm abgelesen worden sein. Folglich könne MANDELSLOH jene erstere Methode der Wärmebestimmung, welche zu niedrige Angaben machte, nur

bis zu 700 Fuss Tiefe einschliesslich angewendet haben; jene zweite, welche richtige Angaben erzeugte, dagegen von 800 Fuss Tiefe an.

Eine Bestätigung dieses Schlusses finden wir auch in der Thatsache, dass von 100 bis 700 Fuss die Wärmezunahme eine andere, geringere ist und von 800 Fuss an eine grössere wird (vergl. Tabelle auf S. 609); wenn man von der letzten Bestimmung in 1180 Fuss Tiefe absieht.

So sicher begründet nun diese Schlussfolgerung auch zu sein scheint, wir dürfen derselben doch nicht vertrauen. MANDELSLOH hatte ja in seinem Instrumente über dessen oberstem Teilstriche noch eine Länge der Quecksilberröhre, welche (S. 135) wir auf einen Wert von 9—$9^1/_2$° C. festgestellt haben. Füllte er daher sein Instrument bei 0° im Schnee bis an die Ausflussöffnung hin mit Quecksilber, so standen ihm 26 + $9^1/_2$ Grade = $35^1/_2$° C. zur Verfügung, welche er direkt ablesen konnte. Da nun in 1000 Fuss Tiefe erst 33,5° C. herrschten, so hätte er sogar hier noch direkt ablesen gekonnt, wenn er gewollt hätte.

Es ist daher MANDELSLOH's Angabe, dass er bis zu 900 Fuss Tiefe incl. die Temperatur direkt am Geothermometer abgelesen habe, obgleich scheinbar unmöglich, doch möglich und daher wohl richtig. Da nun, wie wir sahen, die Temperaturangaben dieses Instrumentes nicht richtige, zu niedrige waren, so ist es richtiger, auf jede Verbesserung derselben Verzicht zu leisten und sie lieber ganz beiseite zu lassen; dagegen nur die letzten drei Temperaturbestimmungen von 1000 Fuss Tiefe an zur Grundlage zu nehmen, welche mit dem Normalthermometer erfolgten.

Nehmen wir daher wieder die Ausgangstiefe von 70 Fuss württ. und in dieser die Ausgangstemperatur von 8,33° C., wie wir sie auf S. 124 berechneten, und sehen nun von allen Angaben zwischen dieser Tiefe und der von 900 Fuss einschliesslich ab. Es ergiebt sich dann ein Anwachsen der Wärme von 70 bis zu 1000 Fuss um 25,17° C., was auf je 100 Fuss 2,70° C. ausmacht. Jedenfalls wird man der in 1000 Fuss Tiefe beobachteten Temperatur eine besondere Wichtigkeit deswegen einräumen müssen, weil in dieser Tiefe das Thermometer 12 Stunden lang verharrte, während es in den anderen Teufen nur mehr oder weniger kurze Zeit blieb. Ganz ähnliche Zahlen erhalten wir, wenn wir die Temperaturen der beiden letzten untersuchten Teufen zu Grunde legen, wie das die folgende Tabelle zeigt.

Bei alleiniger Zugrundelegung der beiden Temperaturen in 70 Fuss (berechnet) und der beobachteten von

1000 Fuss württemb. Tiefe erhält man auf je	100	Fuss .	2,70° C.
1080 „ „ „ „ „ „ „	100	„ .	2,76° C.
1180 „ „ „ „ „ „ „	100	„ .	2,74° C.

Das ergiebt im Durchschnitt auf je 100 Fuss 2,73° C. oder eine Wärmezunahme von 1° C. auf je 36,5 Fuss württ. = 10,46 m.

Die geothermische Tiefenstufe beträgt also 10,46 m, wenn wir das Mittel aus den 3 letzten Beobachtungen in 1000—1180 Fuss Tiefe nehmen, welche eine grössere Gewähr für Richtigkeit leisten als die anderen, da bei ihnen die Temperaturen am Normalthermometer abgelesen wurden.

Es giebt nun noch mehrere **Wahrscheinlichkeitsgründe, welche für die Richtigkeit der Beobachtungen Mandelsloh's sprechen.**

Zunächst gehören hierher die **Kontrollmessungen** Degen's. Mandelsloh berichtet nämlich, dass gleichzeitig mit seinen am Magnus'schen Geothermometer angestellten Messungen auch solche von dem Bergrat Degen mit Hilfe anderer, oben offener Thermometer ausgeführt worden seien. Weiteres über diese anderen Instrumente wird nicht gesagt. Vielleicht haben sie nur in einfachen, oben offenen Glasröhren ohne weitere Teilung bestanden, denn Mandelsloh berichtet, dass Degen an denselben die Temperatur der Tiefe nur auf die, wie wir sahen, zuverlässigere Methode bestimmte, indem er sie mit einem Normalthermometer in ein Wasserbad stellte [1]. Nun hebt Mandelsloh hervor, dass seine Messungen mit denen Degen's ziemlich übereinstimmten. Ob Degen alle Tiefen mit gemessen hat oder nur einige, welches letztere wahrscheinlicher sein dürfte, das wird sich nie feststellen lassen. Jedenfalls aber muss die nahe Übereinstimmung der beiderseitigen Temperaturbestimmungen, selbst wenn Degen nur in einer einzigen

[1] Hierzu genügt eine einfache Glasröhre, so dass es keiner besonderen Gradeinteilung der Röhren des Geothermometers bedarf. Wäre eine solche vorhanden gewesen, so würde Degen gewiss die Temperatur der geringeren Teufen, wie Mandelsloh, auf jene früher besprochene andere Art und Weise bestimmt und am Geothermometer direkt abgelesen haben. Offenbar sind doch diese Methoden von Degen, welcher Lehrer der Physik und Chemie war, dem Grafen Mandelsloh mitgeteilt worden, nicht aber umgekehrt ihm von dem Grafen. Wie also der letztere mass, so würde ersterer auch gemessen haben, wenn sein Instrument, die einfache Glasröhre, das erlaubt hätte.

grösseren Tiefe gemessen hätte, entschieden für die Richtigkeit der Messungen MANDELSLOH's sprechen.

In zweiter Linie giebt uns die **verhältnismässige Regelmässigkeit des Anwachsens der Temperatur** bei Neuffen, obgleich die Beobachtungen an verschiedenen Tagen und bei Hin- und Herspringen in den Tiefen gemacht wurden, einen Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Richtigkeit der Messungen MANDELSLOH's. Ich will sogleich erklären, was ich meine. Man wolle nur vorher aufmerksam in der Tabelle auf S. 609 die Daten der Tage, an welchen gemessen wurde, nacheinander lesen und damit die Reihenfolge der Tiefen, in welchen gemessen wurde, vergleichen.

Bei Betrachtung dieser Tabelle fällt, wie gesagt, auf, ein gewisses Springen in den Tagen, an welchen gemessen wurde. So schiebt sich der 10. April zwischen den 26. und 27. Februar und der 26. Februar kommt erst nach dem 27. Das hat jedoch offenbar nichts anderes zu bedeuten, als dass man die Zahl der Messungen später noch vervollständigen wollte. Am 26. Februar hatte man begonnen und erst bei 300, dann bei 600 Fuss Tiefe gemessen. Darauf besann man sich, dass das zu wenig Beobachtungen wären und holte darum am 27. Februar die Messung bei 100 und 200 Fuss Tiefe nach; und gar erst $1^1/_2$ Monate später, am 10. April, that man das auch bei 400 Fuss Tiefe [1]. Auch am 11. April hatte man zunächst gleich in 1180 und erst am Nachmittag in 1080 Fuss Tiefe die Temperatur bestimmt.

Dieses Umherspringen der Daten, welches auf den ersten Blick wohl den Eindruck des Unordentlichen in den Aufzeichnungen MANDELSLOH's erweckt, darf daher keineswegs einen dauernden Zweifel in die Zuverlässigkeit derselben erregen. Im Gegenteil, es scheint mir, als wenn wir dadurch eine Art von Probe für die Richtigkeit derselben erhielten:

Man hatte z. B. am 26. Februar in 300, dann in 600 Fuss Tiefe beobachtet. Angenommen nun, durch irgendwelche Nachlässigkeit oder einen Fehler sei die mit 16,5° C. in 300 Fuss angegebene Temperatur falsch, zu niedrig bestimmt worden. Sofort würde sich das verraten an der Temperaturzahl, welche man am nächsten Tage für 100 und 200 Fuss Tiefe mit 10,8 und 13,7° C. erhielt, denn in diesem Falle würden die Temperaturen in 200 und 300 Fuss Tiefe von einander durch einen zu kleinen Betrag unter-

[1] 409 wie die genauere Zahl lautet.

schieden sein, also ein auffallend geringes Anwachsen der Wärme andeuten. Das ist aber nicht der Fall.

Angenommen nun, das Gegenteil hätte stattgefunden: in 300 Fuss hätte man am 26. Februar mit 16,5° die Temperatur fehlerhaft zu hoch bestimmt. In diesem Falle wäre am 27. Februar die Temperaturzahl in 200 Fuss Tiefe durch einen auffallend grossen Sprung von der am vorigen Tage bei 300 Fuss beobachteten geschieden sein. Als man aber dann nach fast 2 Monaten die Wärme in 409 Fuss Tiefe bestimmte, hätte der Temperatursprung von 300 auf 409 Fuss ein auffallend kleiner gewesen sein müssen.

Von dem allem aber findet sich nichts besonders Auffallendes. Das Wachstum der Temperatur (s. S. 609) zeigt natürlich nicht für jede 100 Fuss denselben Betrag, sondern, wie stets der Fall, Unregelmässigkeiten. Aber letztere sind nicht grösser als sie sich bei anderen Bohrlöchern ergeben haben, deren in neuerer Zeit erfolgte Temperaturmessungen ganz unbezweifelt dastehen.

Es scheint mir daher in dem verhältnismässig gleichartig zu nennenden Anwachsen der Temperatur — welches an 4 verschiedenen Tagen und in einem Zeitraum von fast 2 Monaten, in buntem Durcheinander der Reihenfolge der Tiefen, festgestellt wurde — ein Beweis für die Zuverlässigkeit der Beobachtungen Mandelsloh's zu liegen.

Des weiteren erfolgt eine derartige Fürsprache zu gunsten von Mandelsloh's Beobachtungen durch die **Temperaturbestimmungen in dem Bohrloche bei Sulz**, welche Braun und Waitz (S. 106) veranstaltet haben. Diese, von sachkundigster Seite erst in neuester Zeit mit allen Vorsichtsmassregeln und mit solchen Geothermometern vollzogenen Messungen, welche noch wesentlich feiner waren als die selbst bei Schladebach gebrauchten, werden sicherlich von niemandem bekrittelt werden. Nun haben diese Messungen bei Sulz eine geothermische Tiefenstufe von 24 m ergeben. Das bedeutet ein so bedeutendes Anwachsen der Wärme, wie wir es noch etwas grösser bisher nur erst in einem einzigen Bohrloche kennen, nämlich bei South Balgray, Glasgow, wo die geothermische Tiefenstufe 22,49 m beträgt. Allein hier handelt es sich nur um ein Bohrloch von geringer Tiefe, 160 m. Vergleichen wir dagegen völlig Gleichwertiges, nämlich das 710 m tiefe Bohrloch von Sulz mit anderen, welche auch über 500 m Tiefe besitzen, so erhält das Sulzer Bohrloch sofort eine ganz

aussergewöhnliche Stellung. In so tiefen Bohrlöchern[1] schwankt der Wert der Tiefenstufe zwischen 32 und 38 m. Hier weist Sulz eine ungemein viel grössere Temperaturzunahme auf (24 m), als selbst bei den günstigsten (32 m) der Fall ist.

Wir haben also in den völlig einwandsfreien Beobachtungen von Sulz ein zweites in Schwaben gelegenes Bohrloch, in welchem die Wärmezunahme fast ebenso gross ist, wie bei dem in dieser Hinsicht am meisten ausgezeichneten Bohrloche der ganzen Erde (24 m gegen 22,49 m der Tiefenstufe); in welchem aber die Wärmezunahme sogar noch ganz bedeutend grösser ist als bei irgend einem anderen, wenn man nur entsprechend tiefe Bohrlöcher der Erde vergleicht, nämlich 24 m gegen 32 m der Tiefenstufe. Will man freilich auch Bergwerke u. s. w. in den Vergleich hineinziehen, so steht Sulz nicht mehr auf solcher Höhe da, wie die Angaben auf S. 106 zeigen.

Sulz liegt in nichtvulkanischem Gebiete, in Luftlinie nur 60 km von Neuffen entfernt, welches dagegen inmitten eines einstigen vulkanischen Gebietes gelegen ist. Was nun von Sulz gilt, das müsste doch mindestens auch von Neuffen gelten können. Es wird daher durch das Verhalten bei Sulz auch eine besonders starke Wärmezunahme bei Neuffen von vornherein möglich und wahrscheinlich; so dass dann die alles bekannte Mass weit übersteigende Zunahme bei Neuffen uns wenigstens nicht ganz unvorbereitet treffen, uns nicht mehr so wunderbar und auffallend erscheinen kann, wie das ohne diese neueren Beobachtungen bei Sulz noch bis vor kurzem der Fall sein musste. Freilich ist damit noch keine Erklärung dafür geliefert, dass bei Neuffen die Tiefenstufe 10,46 m betragen soll, während sie bei Sulz doch immerhin nur 24 m, also über das Doppelte, ausmacht. Ob hier diese ehemals vulkanische Thätigkeit bei Neuffen mit hineinspielen kann? Ich komme am Schlusse noch darauf zurück.

Ein dritter Wahrscheinlichkeitsgrund, welcher für die Möglichkeit der Richtigkeit von Mandelsloh's Messungen spricht, ist **das fast gleiche Verhalten der Wärme in der Grube von Monte Massi** bei Grosseto in der Toskanischen Maremma. Hier

---

[1] Warum Beobachtungen in Bergwerken, Brunnen und Tunnels nicht zum genauen Vergleiche sich eignen, ist oben auseinandergesetzt worden.



bleibe ich freilich nicht folgerecht, indem ich jetzt eine Grube zum Vergleiche mit einem Bohrloche heranziehe. Indessen ist diese Grube fast wie unser Bohrloch, von denjenigen Fehlerquellen frei, mit welchen die Temperaturbeobachtungen in anderen Gruben behaftet zu sein pflegen. Trotzdem haben wir bei Monte Massi eine ganz ungeheure Wärmezunahme, welche nächst Neuffen die grösste ist, die bisher auf Erden beobachtet wurde; und zugleich von einem Betrage, welcher dem bei Neuffen überaus nahesteht. Die Tiefenstufe misst hier nämlich 13 m gegenüber den 10,46 m bei Neuffen[1].

Man könnte nun vielleicht einwenden wollen, dass dieses in Italien, im Lande des Vulkanismus wohl erklärlich sei, wobei man damit irgend eine Vorstellung von der grösseren Nähe der Schmelzmassen unter der Oberfläche Italiens bekennen würde. Indessen sind wir bei Neuffen ebensogut mitten in einem vulkanischen, wenn freilich längst erloschenen Gebiete. Ja, wir sind es bei Neuffen in viel höherem Grade als bei Grosseto; denn jene italienische Grube liegt nur ganz im allgemeinen in einem vulkanischen Lande, durchaus aber nicht zugleich in einer vulkanischen Gegend, wie das doch bei Neuffen der Fall ist.

Auch die Annahme, dass bei Monte Massi irgendwelche aussergewöhnlichen Verhältnisse bestimmend auf die Wärmezunahme einwirken könnten, ist hinfällig. Pilla[2], welcher uns über diese Grube berichtet, hebt ausdrücklich hervor, dass an die Einwirkung heisser Quellen, wie irgend einer anderen abnormen Veranlassung gar nicht zu denken sei. Ebenso wenig kann das kleine Kohlenflötz der Grube die Ursache der hohen Wärmezunahme sein, denn dasselbe befindet sich in den oberen Teufen der Grube. Die unteren durchfahren dagegen nur Thone und Sandsteine, welche frei von Schwefelkies sind. Die ganze Grube ist ausserordentlich trocken. Es arbeiteten damals stets nur 2 Mann mit einer Lampe in dem Schachte, die von diesen erzeugte Wärme kann also keine Rolle gespielt haben.

Völlig auszuschliessen ist in gleicher Weise bei Monte Massi

---

[1] Die Tiefe der Grube ist 348 m. Die dort herrschende Temperatur 41,7° C. Das Jahresmittel jener Gegend ist etwa 16° C. Rechnet man, dass dieses erst in 20 m Tiefe unabänderlich herrscht, so erhält man sogar nur 12,37 m als geothermische Tiefenstufe statt jener 13 m. Allein es mag in Italien die Zone der unveränderlichen Temperatur in geringerer Tiefe als 20 m liegen. Befände sie sich in 10 m Tiefe, so wäre die geothermische Tiefenstufe sogar etwas über 13 m gross, nämlich 13,15 m.

[2] Comptes rendus hebdomadaires des séances. Ac. d. sc. Paris 1843. t. XVI. S. 1319—1327.



der Gedanke an irrtümliche, zu hohe Wärmeangaben. Einmal handelt es sich hier nicht um ein Bohrloch, sondern um einen Schacht, in welchen die Beobachter hineinstiegen und an gewöhnlichen guten Thermometern die Temperatur direkt ablesen konnten. Sodann sprechen die körperlichen Empfindungen, von welchen Pilla berichtet, für die grosse Wärme der Grube. Endlich aber bürgt auch der Name Bunsen's, welcher nach Pilla's Ausfahren einfuhr und die Temperatur von dessen in der Tiefe zurückgelassenen Thermometer ablas, für die völlige Richtigkeit dieser Beobachtungen. Nur die Einwirkung des Druckes scheint mir bei diesen Messungen unbeachtet geblieben zu sein. Möglicherweise war das Instrument indessen auf irgend eine Weise gegen denselben geschützt.

Vergleicht man nun die Tiefen, so zeigt sich, dass an beiden Orten fast genau dieselbe Tiefe erreicht ist, denn das Bohrloch von Neuffen misst 340 m, der Schacht bei Monte Massi 348 m. Allerdings reicht der letztere rund 300 m unter den Meeresspiegel hinab, während das Tiefste des Bohrloches bei Neuffen noch 80 m über dem Meeresspiegel verbleibt. Allein diese Unterschiede sind nicht starke zu nennen. Unmöglich kann man daher auf Grund dieser, 300 m unter dem Meeresspiegel befindlichen Lage bei Monte Massi die hohe Wärmezunahme dort erklärlich finden wollen. Wäre diese Tiefenlage dort die Ursache der letzteren, dann müsste überall die Wärmezunahme sich ungeheuer schnell nach der Tiefe hin verstärken, was nicht der Fall ist.

Sehen wir also, dass bei Monte Massi unter ganz normalen (s. S. 609 Anm.) Verhältnissen eine so bedeutende Wärmezunahme stattfindet, so werden wir es nicht von vornherein als durchaus unmöglich erklären dürfen, dass an irgend einem anderen Orte, also bei Neuffen, Gleiches der Fall sein könnte. Warum soll das in Schwaben von vornherein ganz unmöglich und ganz undenkbar sein, was in Toskana unbestreitbar ist?

Ich komme nun zu einem letzten Grunde, welcher für die Möglichkeit spricht, dass die Messungen Mandelsloh's richtig sein können, bezw. gegen die Behauptung, dass dieselben notwendig ganz falsch sein müssten: Unsere **Unkenntnis von der Wärmezunahme** im allgemeinen auf Erden. Was kennen wir denn in dieser Beziehung von der Erde? Wir haben auf unserer ungeheuer grossen Kugel eine verschwindend kleine Zahl von Stellen auf ihre Wärmezunahme untersucht. Trotz dieser so geringen Zahl haben die verschiedenen

Örtlichkeiten aber bereits geradezu verwirrend wechselnde Antworten auf die Frage nach dem Betrage der Wärmezunahme erteilt.

Es mag ein Teil dieser Verschiedenheiten auf das Obwalten abnormer Verhältnisse zurückzuführen sein, durch welche die Wärmezunahme hier besonders gross, dort besonders klein erscheint. Für die übrigen, einwandfreien Örtlichkeiten bleibt aber trotzdem noch ein genügend grosses Mass von Verschiedenheit in der Wärmezunahme übrig. Aus diesen allen nun das Mittel nehmen und erklären wollen: „Die Wärmezunahme hat im Mittel auf Erden den und den Betrag" — das erscheint mir bisher noch ganz unzulässig. Nur dann, wenn die Erdrinde überall gleich dick ist, oder mit anderen Worten, wenn der Herd der Schmelzmassen überall gleich weit von der Erdoberfläche entfernt liegt, nur dann wird die Wärmezunahme nach der Tiefe hin überall an den verschiedensten Orten der Erde eine bestimmte, gleiche sein können[1]. Das aber scheint mir ganz unmöglich zu sein. Es sprechen vielmehr dringende Gründe dafür, dass die Dicke der Erdrinde an verschiedenen Orten eine sehr verschiedene sein muss.

Wollen wir nämlich der gewöhnlichen Annahme folgen und anerkennen, dass die geothermische Tiefenstufe auf Erden durchschnittlich und rund 100 Par. Fuss oder 33 m beträgt und dass die Wärme proportional der Tiefe steigt, dann haben wir erst in etwa 8 geographischen Meilen Tiefe diejenige Temperatur erreicht, bei welcher die Gesteine[2] schmelzen können; 1800—1900° C. etwa. Die Erdrinde müsste mithin nach dieser Annahme überall ungefähr 8 Meilen dick sein; die von der Erdoberfläche an bis auf die Zone der Schmelztemperatur hinabsetzenden Spalten müssten etwa 8 Meilen tief sein; die in die Höhe zu hebende Lavasäule, welche auf diesen Spalten aufsteigt, müsste 8 Meilen lang sein.

Es ist nun erstens schon recht schwer einzusehen, durch welche Kraft dieses ungeheuerliche Gewicht einer 8 Meilen langen Lavasäule gehoben werden sollte. Die Spannkraft der im Schmelzflusse enthaltenen Gase würde sicher hierzu nicht ausreichen.

Die blosse Ausdehnung der, in der Spalte vom Drucke befreiten, flüssigen oder dadurch erst flüssig werdenden, Massen wird gleichfalls unmöglich eine so riesige sein können, dass mittels ihrer die Schmelzmasse sich um 8 Meilen nach der Höhe hin ausdehnen könnte.

---

[1] Abgesehen von den Unterschieden, welche durch den Einfluss chemischer Prozesse, des Wassers u. s. w. hervorgerufen werden können.

[2] Bei 1 Atmosphärendruck allerdings und in undurchwässertem Zustande.

Die Hauptrolle bei der Hebung dieses ungeheuerlichen Gewichtes würde daher der Erdrinde zugeschrieben werden müssen, welche sich, nach der Vorstellung einiger, infolge der Abkühlung zusammenziehen und, auf das Erdinnere drückend, dasselbe in den Spalten emporpressen soll. Da aber das Erdinnere heisser als die Erdrinde ist, so muss ersteres ebensogut oder in noch höherem Grade Wärme verlieren als letztere. Vielmehr also das Erdinnere als die Erdrinde zieht sich durch Abkühlung zusammen. Es ist daher gar nicht einzusehen, wie die Erdrinde durch ihre Zusammenziehung den Schmelzfluss in den Spalten in die Höhe drücken sollte. Höchstens könnte von den in die Tiefe absinkenden Schollen der Rinde ein solcher Druck ausgeübt werden.

Wenn nun viertens die allgemein verbreitete Anschauung richtig ist, dass in der Erdrinde, als einem Kugelgewölbe, ein gewaltiger Gewölbedruck herrscht, welcher sich als horizontal, also seitlich wirkender Schub äussert — dann kann auch eine sich öffnende Spalte von 8 Meilen Tiefe kaum offen erhalten bleiben. Sie wird vielmehr durch den Seitenschub schnell wieder zugedrückt werden, wodurch den Schmelzmassen ja ein Aufsteigen zur Unmöglichkeit gemacht würde.

So sprechen also nicht nur das Gewicht der zu hebenden Schmelzmassen, sondern auch die notwendige Offenhaltung der Spalten, auf welchen jene emporsteigen, dafür, dass die Erdrinde an den Stätten vulkanischer Thätigkeit wesentlich weniger als 8 Meilen dick sein muss. Denn wenn auch die Schmelztemperatur der Gesteine durch Beimengung von Wasser zum Gesteinsflusse etwas erniedrigt werden mag, so dass schon in etwas weniger als 8 Meilen Tiefe diese Schmelztemperatur herrscht, so dürfte auch diese etwas mindere Dicke der Erdrinde in Anbetracht jener Umstände immer noch zu hoch sein.

Je weniger dick die Erdrinde, desto leichter erklärlich werden uns die Vorgänge der Vulkanausbrüche; je dicker jene, desto schwerer verständlich diese. Da nun an verschiedenen nicht vulkanischen Orten durch Bohrlöcher sich eine so langsame Wärmezunahme ergeben hat, dass wir dort auf eine Dicke der Erdrinde von etwa 8 Meilen schliessen müssen[1], so wird es wahrscheinlich, dass

---

[1] Wenn das Erdinnere infolge des starken auf ihm lastenden Druckes trotz der Schmelztemperatur nicht flüssig, sondern fest sein sollte, dann würde allerdings der Gegensatz zwischen der festen Erdrinde und dem flüssigen Erdinnern in dem Sinne, in welchem man ihn gewöhnlich anwendet, allerdings schwinden. Indessen kann man den Begriff der Erdrinde mit einer leichten Veränderung

in den vulkanischen Gegenden die Erdrinde viel weniger dick, also die Wärmezunahme viel stärker sein muss; denn beides geht ja notwendig Hand in Hand.

Ist dieser Schluss aber gerechtfertigt, dann steht auch der Möglichkeit nichts entgegen, dass in dem, wenn auch nur ehemaligen, tertiären Vulkangebiete bei Neuffen die Erdrinde auch heute noch weniger dick, daher die Wärmezunahme grösser als an anderen nicht vulkanischen Gebieten sein könnte.

Ich habe anfänglich eine derartige Erklärung für die Verhältnisse im Neuffener Bohrloche als gar nicht erst erwägenswert betrachtet: Teils weil ich mich, gleich fast allen anderen, für berechtigt hielt, ohne weitere Prüfung die Beobachtungen MANDELSLOH's für gänzlich falsch zu erklären; teils, weil die tertiäre Zeit der Ausbrüche in der dortigen Gegend bereits so lange hinter uns liegt. Nachdem mir nun aber unter meinen Händen ein jeder einzelne der Gründe zerronnen ist, auf welche ich das Irrtümliche der Messungen MANDELSLOH's zurückführen zu können glaubte, nachdem sich weiter noch eine Reihe von Gründen ergab, welche die Richtigkeit jener Beobachtungen mehr oder weniger als möglich erscheinen lassen, so werde ich geradezu gewaltsam von meinem früheren völlig zweifelnden Standpunkte verdrängt.

Trotzdem freilich kann ich mich auch jetzt noch nicht entschliessen, mit voller Überzeugung das für genau richtig zu halten, was MANDELSLOH's Untersuchungen bei Neuffen ergeben; es mögen dennoch Fehlerquellen vorhanden gewesen sein, welche sich jetzt, nach mehr als 50 Jahren, der Beurteilung entziehen. Immerhin ist aber durch vorliegende Untersuchung dargethan worden, dass man bis jetzt keinen fassbaren Grund hat, die Messungen MANDELSLOH's als hochgradig fehlerhafte zu betrachten und damit ganz zu verwerfen. Es ist vielmehr wahrscheinlicher geworden, dass wirklich bei Neuffen, ähnlich wie bei Sulz, eine bemerkenswert starke oder noch wesentlich stärkere Temperaturzunahme stattfindet.

Wir sind hiermit am Schlusse dieses Teiles unserer Unter-

---

nach wie vor anwenden. Es würde dann in den Bereich der Erdrinde die äussere Erdschale fallen bis hinab in die Tiefe, in welcher Schmelztemperatur herrscht und Schmelzfluss sich sofort dann bildet, sowie der hohe Druck durch Bildung einer Spalte aufgehoben wird.

suchung angelangt. Die notwendig gewesene Breite macht eine kurze **Zusammenfassung der erlangten Ergebnisse** wünschenswert, welche ich im folgenden gebe:

Die alles bekannte Mass übersteigende Wärmezunahme im Bohrloche zu Neuffen musste notwendig die Vermutung aufdrängen, dass das hierbei benutzte Geothermometer, infolge äusserer Einwirkungen oder eigener Fehler, in allen Tiefen bedeutend höhere Temperaturen angezeigt habe, als wirklich und normaler Weise dort vorhanden waren. Diese Vermutung hat sich nicht bestätigt. Es zeigten sich die folgenden, z. T. überraschenden, Ergebnisse:

1. Das in der technischen Hochschule zu Stuttgart aufbewahrte Geothermometer nach Magnus ist mit einer an völlige Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit das vom Grafen Mandelsloh oder vom Bergrat Degen im Bohrloche zu Neuffen benutzte Instrument.

2. Graf Mandelsloh hat sich bei seinen Temperaturbestimmungen nicht nur etwas verrechnet, sondern auch eine ganz unzulässige Methode der Berechnung der geothermischen Tiefenstufe angewendet. Nach Beseitigung dieser Fehler ergiebt sich, dass die Wärmezunahme in Wirklichkeit doch etwas geringer ist, als Mandelsloh fand (S. 620), immerhin aber noch höher, als an irgend einem anderen Orte.

3. Unmöglich kann bei Neuffen noch in Wärme umgesetzte Bohrarbeit vorhanden gewesen sein, welche erhöhend auf die Temperatur des Bohrloches eingewirkt hätte. Dagegen könnte diese letztere, jedoch nur ganz minimal, dadurch erhöht worden sein, dass beim Messen eine starke Reibung des Thermometers an dem Bohrschlamme stattfand, welcher sich in dem Bohrloche befand (S. 122).

4. Da zu Neuffen offenbar keinerlei warme oder gar heisse Quelle angebohrt worden ist, so kann die grosse Wärmezunahme daselbst nicht auf den Einfluss heissen Wassers zurückgeführt werden. Es ist vielmehr umgekehrt nur eine kalte Quelle von oberflächlicher Herkunft angebohrt worden, welche ununterbrochen ausfloss. Die Wirkung derselben kann folglich nur dahin sich geäussert haben, dass das Bohrloch, besonders in den grösseren Teufen, durch dieses Wasser etwas abgekühlt wurde.

5. Da das Geothermometer an dem eisernen Gestänge in die Tiefe hinabgelassen wurde, so konnte durch diesen guten Wärmeleiter in der Tiefe die Temperatur etwas erniedrigt, in den oberen Teufen etwas erhöht werden. Indessen blieb das Gestänge nicht lange genug in dem Bohrloche, um beim Messen eine nennenswerte Temperaturverschiebung zu erzeugen. Eine Verröhrung des Bohr-



loches, welche in dieser Beziehung stärker gewirkt hätte, fehlte (S. 122).

6. Die Temperatur, welche MANDELSLOH für die 100 Fuss Tiefe angiebt, kann unmöglich die normal einer solchen Tiefe zukommende sein; sie ist um 1,50—1,70° C. zu hoch. Es handelt sich hier jedoch um eine auch in anderen Bohrlöchern zu beobachtende Erscheinung; so dass dieser Umstand nicht gegen, sondern eher für die Sorgfältigkeit von MANDELSLOH's Messungen spricht (S. 124).

7. Der im Bohrloche mit der Tiefe wachsende Druck konnte bei der Beschaffenheit des Geothermometers ins Innere desselben hineinwirken, nicht aber zu hohe, sondern eher etwas zu niedrige Temperaturangaben des Instrumentes bewirken, da Quecksilber stärker comprimiert wird als Glas (S. 127).

8. Die Zersetzung des in gewissen Schichten reichlich vorhandenen Eisenkieses hat scheinbar die Temperatur dieser Tiefen recht bemerkbar über das Normale hinaus erhöht. In Wirklichkeit aber dürfte das nur in viel geringerem Grade der Fall gewesen sein, als das scheint (S. 128).

9. Die grosse Kürze der Zeit, während welcher das Geothermometer in fast allen Tiefen der dort herrschenden Wärme ausgesetzt wurde, wird eher eine etwas zu niedrige, als eine genau richtige Angabe der Temperatur bewirkt haben (S. 130).

10. Die sehr bedeutende Tropfengrösse des Geothermometers kann nur den Erfolg gehabt haben, dass dasselbe bisweilen wiederum niedrigere Temperaturen anzeigte, als in Wirklichkeit vorhanden waren (S. 131).

11. Die in den geringeren Teufen angewendete Methode der Wärmebestimmung im Verein mit der zu grossen Gradeinteilung des Geothermometers haben bewirkt, dass die Temperaturangaben desselben in den geringeren Teufen wiederum niedriger ausfielen, als der Wirklichkeit entsprach (S. 133).

12. Die in den grösseren Teufen angewendete Methode der Wärmebestimmung wurde durch die Mängel des Geothermometers nicht beeinflusst. Sie lieferte also richtigere Ergebnisse. Auf Grund dieser beziffert sich die geothermische Tiefenstufe zu Neuffen auf 10,46 m (S. 138).

13. Die folgenden Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen wenigstens für die Möglichkeit, dass die Messungen MANDELSLOH's nicht so sehr weit von dem Thatsächlichen abzuirren brauchen, wie man meinte:

a) Die Kontrollmessungen DEGEN's (S. 138).

b) Die verhältnismässige Regelmässigkeit, welche sich im Anwachsen der Temperatur ergiebt, obgleich man die letztere nicht in der richtigen Aufeinanderfolge der Tiefen, sondern hinauf- und hinabspringend bestimmte (S. 139).
c) Die verhältnismässig hohe Wärmezunahme in einem anderen Bohrloche Schwabens, bei Sulz.
d) Die fast ebenso grosse Wärmezunahme im Schachte von Monte Massi in Toskana.
e) Unsere ungenügende Kenntnis dieser Verhältnisse auf der Erde.

14. Während die obigen Wahrscheinlichkeitsgründe es bereits denkbar machen, dass Mandelsloh's Beobachtungen wirklich richtig sein könnten, hat auch die obige Untersuchung gar keinen fassbaren Grund gegeben, welcher uns berechtigte, dieselben ohne Weiteres für gänzlich falsch zu erklären. Im Gegenteil haben wir gesehen, wie verschiedene Gründe dafür sprechen, dass die Wärme sogar noch etwas höher gewesen sein möchte, als beobachtet wurde. Da aber trotzdem heute, nach mehr als 50 Jahren, sich vielleicht doch noch irgend eine Fehlerquelle unserer Kenntnis entzieht, so werden wir aus der vorliegenden Untersuchung doch nicht den Schluss ziehen dürfen, dass die Wärmezunahme genau so gewesen sein muss, wie Mandelsloh dieselbe angiebt; sondern nur, dass sie wahrscheinlich doch eine wesentlich höhere war, als dem vermeintlichen Durchschnittsbetrage der geothermischen Tiefenstufe in Bohrlöchern von 32—38 m entspricht.

Warum aber ist das der Fall? Besteht ein Zusammenhang zwischen dieser starken Wärmezunahme und dem ehemaligen Vorhandensein vulkanischer Kräfte in demselben?

Noch lange Jahre, nachdem ein Lavastrom geflossen ist, bewahrt er oft unter seiner Erstarrungskruste eine hohe Temperatur. Das ist Thatsache. Können wir letztere verallgemeinern und erweitern? Dass unter unserem vulkanischen Gebiete die Erdrinde viel dünner als an anderen Orten gewesen sein, dass der Schmelzfluss sich hier der Erdoberfläche stark genähert haben muss, das ist in hohem Masse wahrscheinlich, wie in dieser Arbeit dargelegt wird. Können wir daher sagen: Die mindestens 20 □ Meilen grosse Masse von Schmelzfluss, welche in unserem Gebiete zu mittelmiocäner Zeit aus der Tiefe bis verhältnismässig nahe an die Erdoberfläche gedrungen war, ist immer noch nicht völlig erkaltet und übt immer noch einen gewissen Einfluss auf die, mit der Annäherung an dieselbe stattfindende Wärmezunahme aus? Die Dicke der über dieser

Schmelzmasse liegenden Erdrinde, welche doch gegenüber derjenigen der Erstarrungskruste eines Lavastromes übergewaltig ist, und der Umfang der Masse des in die Höhe gerückten Schmelzflusses könnten beide vereint im stande gewesen sein, solches zu bewirken?

Prüfung des Bohrregisters im Bohrloch zu Neuffen hinsichtlich der gewaltigen Mächtigkeit des Unteren Braun-Jura.

Alle Stufen des Lias sind deutlich zu erkennen; sie besitzen im allgemeinen die Mächtigkeit, welche ihnen in dieser Gegend nach Messungen über Tage zuerteilt wird. Der Braun-Jura $\alpha + \beta$ hat dagegen im Bohrloche fast noch einmal so grosse Mächtigkeit ergeben, als ihm nach Messungen über Tage dort zuerkannt wird. Der Erklärungsversuch dieser Erscheinung, Verwerfung mit Überschiebung, ist unmöglich; ein Irrtum oder Betrug beim Bohren sind gleichfalls ausgeschlossen. Der Untere Braun-Jura muss also wirklich eine etwa doppelt so grosse Mächtigkeit besitzen, wie man ihm nach Messungen über Tage zuerteilt. Ähnliche Verhältnisse im Lias β ergaben sich bei einer Brunnenbohrung nahe Reutlingen.

Es ist bereits im vorhergehenden Abschnitte gesagt worden, dass die vom Grafen Mandelsloh angestellte Untersuchung über das Bohrloch zu Neuffen, inmitten unseres vulkanischen Gebietes, nach zweifacher Richtung hin zu höchst auffallenden, daher angezweifelten Ergebnissen geführt hat. Einmal lag dieses in der grossen Wärmezunahme; zweitens aber in dem **Bohrregister** selbst. Im vorigen Jahre ist von seiten der Königlichen Oberbergdirektion der bereits in Vergessenheit geratene Punkt, an welchem bei Neuffen das Bohrloch vor nunmehr 53 Jahren niedergebracht wurde, wieder festgestellt und durch einen Stein gekennzeichnet worden. Danach ergiebt sich die Lage des Bohrloches wie folgt:

Verlässt man Neuffen auf der nach Kohlberg, gegen W., führenden Strasse, so zweigt sich bei den letzten dortigen Häusern der Stadt ein nach SW. zum Jushof ziehender Weg ab. Folgt man letzterem, so trifft man nach wenigen Schritten links am Wege eine mit einem Zaun umgebene, kleine Gänsebucht. In dieser befindet sich der betreffende Stein. Wenn man bisher im Unklaren darüber sein konnte, genau in welcher Schicht das Bohrloch einst angesetzt worden war, so ergiebt sich nun, dass das im Oberen Braun-Jura β geschah. Die Meereshöhe beträgt dort etwa 420 m.

Über die in den verschiedenen Teufen erbohrten Versteinerungen wird uns nichts weiter mitgeteilt, als dass aus 600 Fuss württemb. = 172 m Tiefe „Brut von *Ammonites opalinus*“ zu Tage gefördert wurde. Trotzdem aber giebt die Gesteinsbeschaffenheit bestimmter

Schichten des Keuper, Lias und Unteren Braun-Jura eine ganz sichere Handhabe, um in das lange, unklar scheinende Bohrregister, dessen Deutung in der Litteratur bisher nicht erfolgte, eine ganze Anzahl von Haltepunkten zu bringen. Ich gebe im folgenden dieses Register wieder, welches mir Herr Bergrat-Direktor Dr. von Bauer auf meine Bitte freundlichst zur Verfügung stellte, und setze neben einzelne Nummern desselben die griechischen Buchstaben der Schichten, welchen diese Nummern meiner Ansicht nach angehören. Daran werde ich eine kurze Begründung der versuchten Parallelisierung schliessen und bemerke, dass die Bestimmung der Mächtigkeit, welche den einzelnen Abteilungen in der Gegend von Neuffen über Tage zukommt, teils den Begleitworten Deffner's zu Blatt Kirchheim u. T. und den bekannten Werken von Fraas und Engel entnommen ist, teils aber freundlichst von Herrn Dr. Pompecky vollzogen wurde.

Die Deutung des Bohrregisters ergiebt sich nun wie folgt:

	Bohrregister
Braun-Jura β	1. Liasschiefer 126′ 6″
	2. Desgleichen mit Kalkstein und Sandstein wechselnd 84′ 9″
	3. Desgleichen 83′ 10″
α	4. Liasschiefer 313′ 5″
	5. Liaskalk mit Schiefer wechselnd 39′ 7″
	6. Harte Kalkflöze und darauf dunkler Schiefer 32′ 11″
	7. Liasschiefer 75′ 6″
Lias	
ζ	8. Liaskalk 17′ 6″
ε	9. Schwarzer, sehr bituminöser Schiefer 30′ 4″
δ	10. Kalk und Schiefer wechselnd 35′ 2″
	11. Liasschiefer 42′ 6″
γ	12. Schiefer und Liaskalk 16′
	13. Lichtgrauer Liaskalk 11′ 2″
	14. Sehr fester Liaskalk 18′ 11″
	15. Liaskalk 7′ 11″
β	16. Weicher Schiefer 156′ 8′
α	17. Ziemlich schwarzer, etwas sandiger Schiefer 9′ 6″
	18. Liaskalk mit grauen, sandigen Schichten wechselnd 5′ 3″
	19. Sandiger Liaskalk 4′ 10″
	20. Weicher Schiefer mit Kalk abwechselnd 11′
	21. Liaskalk und Sandstein, wechselnd 12′ 3″
	22. Schiefer mit weisslichem Kalk wechselnd 7′
	23. Grauer Sandstein 9′ 2″
Bonebed-Sandstein	24. Sandstein, sehr harter 16′ 10″
	25. (Bei 1206′ 3″ Tiefe) Sandige Liasschichten 3′ 9″

Da die Schwierigkeit, welche dieses Bohrprofil darbietet, gerade den oberen Teufen desselben innewohnt, so ergiebt sich die Deutung desselben in leichterer und ungezwungenerer Weise, wenn wir mit den untersten erbohrten Schichten beginnen und von diesen aus aufwärts steigen.

Zunächst treten uns in der grössten Tiefe, in Nr. 25 und 24, graue, zum Teil sehr harte Sandsteine entgegen. Wenn auch MANDELSLOH[1] dieselben noch als Lias-Sandsteine bezeichnet und hervorhebt, dass der Keuper nicht erbohrt wurde, so werden wir dieselben doch an dieser Stelle und in Anbetracht ihrer Mächtigkeit von 16 Fuss nur als obersten **Keuper,** als Bonebed-Sandstein deuten dürfen; zumal, da sie noch von anderen sandigen Schichten unterteuft und von wieder anderen, gewiss liassischen, überlagert werden.

Auch No. 23 ist als grauer Sandstein angegeben. Klammert man sich an den Wortlaut, so könnte ein reiner Sandstein an dieser Stelle auch nur zum Bonebed-Sandstein gestellt werden. Allein es kann hier ebensogut ein etwas sandiger Kalk vorgelegen haben, wie ihn die Zone des *A. planorbis*, die Psilonoten-Schichten, bisweilen besitzen können. Dieselben haben nur die geringe Mächtigkeit bis zu 7 Fuss und das Bohrregister giebt auch nur deren 9 an. Vielleicht wäre daher auch No. 22 noch hierher zu rechnen.

Von No. 21—17 zeigt sich uns dann ein System von Sandsteinen und Kalken, welches um so besser auf den höheren **Lias** α mit seinen Angulaten-Sandsteinen passt, als dasselbe von einer mächtigen Bildung „weicher Schiefer“ in No. 16 überlagert wird, bei welcher man sogleich an die β-Thone denken muss. Nun hat der übrige Lias α über Tage in jenen Gegenden noch eine Mächtigkeit von etwa 63 Fuss württemb., während die Schichten des Profils No. 21—17 rund nur 42 Fuss angeben, eine Übereinstimmung, welche freilich zu wünschen übrig lässt. Allein es mögen wohl von den nun folgenden „weichen Schiefern“ des Bohrregisters die untersten 20—21 Fuss noch zum obersten Lias α gehören, welcher ja in seinen Arieten-Schichten und den Ölschiefern des *Pentacrinus tuberculatus* auch thonige Schichten führt. Vom Bohrmeister wird schwerlich eine jede Kalkbank genau ausgeschieden worden sein.

No. 16, die weichen Schiefer, werden wir sofort als die *Turneri*-Thone, den Lias β, wieder erkennen. Ihre Mächtigkeit freilich be-

---

[1] Leonhard, Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1844. S. 440—443. — S. diese Arbeit S. 607.

reitet einige Schwierigkeit; denn sie beträgt, nach Abzug jener obigen ungefähr 20 Fuss, immer noch 136 Fuss, während diese β-Thone über Tage anstehend nur deren 105 mächtig sein sollen. Das Bohrprofil giebt also für diese Thone eine rund 30 Fuss zu grosse Mächtigkeit an. Ich komme am Schlusse darauf zurück.

No. 15—12 incl. sind wesentlich Kalke mit einer Gesamtmächtigkeit von rund 54 Fuss. Bei No. 13 wird ausdrücklich die hellgraue Farbe des Kalkes hervorgehoben. Bei den anderen Nummern nicht; aber man bedenke, dass diese Gesteine aus der Tiefe heraufkamen, also im feuchten Zustande, welcher die lichtgraue Farbe dunkler macht. Wer wird hier nicht sofort an Lias γ denken, wenn er von lichtgrauen Kalken (No. 13) über dunklen Thonen (β) liegt. Die Gesamtmächtigkeit ist, wie gesagt, 53 Fuss. In jener Gegend hat γ über Tage 60—70 Fuss, so dass wir, erstere Zahl als in diesem Falle richtig angenommen, mit einer Übereinstimmung bis auf 6 Fuss sehr zufrieden sein können.

Darüber folgen in No. 11 nun 42 Fuss Schiefer. Das sind offenbar die dunklen Thone des Lias δ; wogegen über diesen in No. 10 wieder Kalke und Schiefer mit 35 Fuss Mächtigkeit liegen. Vergegenwärtigt man sich hierbei, dass in Lias δ die Folge der Gesteine über Tage derart ist, dass über den 70 Fuss Amaltheenthonen noch 4 Fuss Kalke mit Thonen im Wechsel folgen, so hat man in No. 11 und 10 des Bohrloches diese Reihenfolge vor sich. Auch die Mächtigkeit stimmt fast ganz genau; denn jenen 74 Fuss des über Tage anstehenden δ jener Gegend stehen die 77 Fuss von No. 11 und 10 gegenüber.

No. 9 giebt uns schwarzen, sehr bituminösen Schiefer an, welchen ohne Zaudern ein jeder als Posidonomyen-Schiefer deuten wird. Derselbe besitzt im Bohrloch 30 Fuss Mächtigkeit; über Tage und in jener Gegend wurde diese zu 21—28 Fuss bestimmt. Letztere Zahl stimmt fast genau mit derjenigen des Bohrloches!

Wenn man über diesen bituminösen Schiefern in No. 8 nun 17 Fuss Liaskalk erbohrt findet und bedenkt, dass die Kalke und Mergel der *Jurensis*-Schichten dort über Tage bis zu 21 Fuss Mächtigkeit besitzen, so kann schwerlich ein Zweifel darüber bleiben, dass wir hier in No. 8 den Lias ζ vor uns haben. Diese Deutung aber wird eine um so überzeugendere, als darüber mit No. 7 die Schiefer, d. h. die dunklen Schieferletten beginnen, in welchen man notgedrungen den Braunen Jura α erkennen muss.

Überblicken wir die auf solche Weise mit dem Lias

in Parallele gestellten Nummern 23—8 incl., so lassen sich diese der Reihe nach auf alle Stufen von α bis ζ hinauf ohne jeden Zwang unterbringen. Auch die Mächtigkeit der einzelnen Glieder stimmt; soweit solche Übereinstimmung sich überhaupt genauer erwarten lässt, da das Bohrprofil sicher nicht absolut genaue petrographische Angaben machen wird. Nur die β-Thone sind um etwa 30 Fuss mächtiger, als sie über Tage, nach DEFFNER's Angaben, sein sollen. Vergleichen wir zum Schlusse dann noch die Gesamtmächtigkeit des Lias, so beträgt diese in jener Gegend über Tage 350 Fuss, während das Bohrregister 395 Fuss angiebt. Diese Abweichung wird sich dahin erklären, dass einmal die β-Thone über Tage doch mächtiger sind, als DEFFNER bestimmte[1]. Zweitens aber giebt das Bohrloch die Mächtigkeit der durchsunkenen Schichten nicht genau an, da diese nicht genau horizontal liegen, sondern ein wenig nach SO. fallen. Auf solche Weise muss sich beim Bohren eine etwas höhere Zahl ergeben als sie dem Lias wirklich zukommt.

Gegenüber dieser schönen Übereinstimmung im Lias verhält sich der **Braune Jura** aufs äusserste abweichend. Freilich gilt das nur bezüglich seiner Mächtigkeit; denn in der Gesteinsbeschaffenheit kann kein Zweifel obwalten.

In No. 7—1 führt uns das Bohrregister ein System von Thonen vor Augen, welche sicher dem Unteren Braun-Jura angehören. Diesen Thonen sind laut Bohrregister in der unteren Abteilung, in No. 6 und 5, hier und da Kalke eingeschaltet, welche sich sehr gut durch die im Braun-Jura α auftretenden Kalkbänkchen, Nagelkalke und kalkigen Knauern erklären lassen. Ebenso weisen in der oberen Abteilung, in No. 3 und 2, die den Schiefern eingeschalteten Sandsteine mit Sicherheit auf Braun-Jura β hin. So haben wir also die ersten 7 Nummern des Bohrregisters petrographisch vorzüglich gekennzeichnet; und ihre Gleichstellung mit Braun-Jura α und β unterliegt um so weniger einem Zweifel, als ja β nahe beim Bohrloche ansteht und α in weiterer Entfernung von demselben, gegen N., unter β zu Tage ausstreicht.

So sicher das nun auch zu sein scheint, so rätselhaft wird

---

[1] S. darüber am Schluss.

doch dieser ganze obere Teil des Bohrprofils, wenn wir die Mächtigkeit desselben ins Auge fassen. Dieselbe beträgt für No. 7—1 rund 791 Fuss württemb. oder 226 m. Das aber ist eine ungemein viel höhere Zahl, als für die Mächtigkeit des über Tage anstehenden Unteren Braunen Jura angegeben wird. Freilich lauten diese Angaben sehr verschieden (S. 157 Anm. 1). Deffner giebt für α in jener Gegend 80—92 m Mächtigkeit an; für β konnte er sie nicht allein bestimmen. Herr Dr. Pompecky mass dieselbe an der Falkenberger Steige[1] auf 25 m. Das macht für α und β 105—117 m. Die fast gleiche Mächtigkeit erlangte Herr Dr. Pompecky auf dem Wege von Neuffen, wo β ansteht, bis nördlich von Frickenhausen, wo Lias ζ ansteht. Hier fand sich auf der 5 km langen Strecke, in Berücksichtigung der Höhenunterschiede hier und dort, eine Gesamtmächtigkeit des Braun-Jura $\alpha + \beta +$ Lias ζ von 112 m. Zieht man 6 m für den obersten Lias ab, so bleiben 106 m für den Unteren Braunen Jura, also eine angenähert sehr gleiche Zahl wie die obige, an der Falkenberger Steige erlangte, von 105—117 m. Engel freilich giebt für α 109—112 m, für β etwa 25—30 m an so dass für $\alpha + \beta$ sich 135—140 m ergeben würden, gegenüber jenen 105—117 m von Deffner.

Wie dem nun aber auch sei: Die im Bohrloche nachgewiesene Mächtigkeit des Unteren Braun-Jura von 226 m übertrifft diejenige, welche für den ringsum über Tage anstehenden Braun-Jura $\alpha + \beta$ angegeben wird — je nach der Angabe — um mehr als die Hälfte bis zum Doppelten.

Wie sollen wir diese ganz absonderliche Thatsache erklären? Der nächstliegende Gedanke ist der, dass das Bohrregister falsche Angaben macht. Aus betrügerischen Gründen könnten dieselben nun kaum entstanden sein, da man in damaliger Zeit und in unbekanntem Gebirge die Arbeit sicher im Tagelohn ausführen liess und nicht pro laufenden Fuss bezahlte. Eine höhere Angabe, als solche der Wahrheit entsprach, hätte also für die Bohrenden gar keinen Zweck gehabt. Zweitens aber ist gar nicht einzusehen, warum die Angaben des Bohrregisters gerade nur im Braunen Jura falsche sein sollten; denn im Lias sind sie, wie oben gezeigt, sicher richtige. Drittens endlich ist das Bohrloch bei den Temperaturbestimmungen später noch einmal nachgemessen worden, so dass die angegebene Gesamttiefe zweifellos erreicht wurde.

[1] Weg von Metzingen nach Kohlberg.

Zur Erklärung dieser höchst merkwürdigen Erscheinung, dass Braun-Jura α und β im Bohrloche bis zu noch einmal so mächtig sind wie sie über Tage dicht daneben sein sollen, können zwei verschiedene Wege führen.

Der erste wird eine mit Überschiebung verknüpfte Verwerfung benutzen. Längs eines schräg, vielleicht unter 45° einfallenden Bruches müsste das ganze Gebirge, vom Braun-Jura β bis hinab zum Oberen Keuper, unter den Braun-Jura α gerutscht sein, wie dies aus der folgenden Zeichnung hervorgeht. Auf solche Weise, oder doch jedenfalls durch eine Verwerfung, wird in der Oberamtsbeschreibung von Nürtingen, Stuttgart 1848. S. 25, die auffallende Mächtigkeit des Unteren Braun-Jura im Bohrloche von Neuffen erklärt.

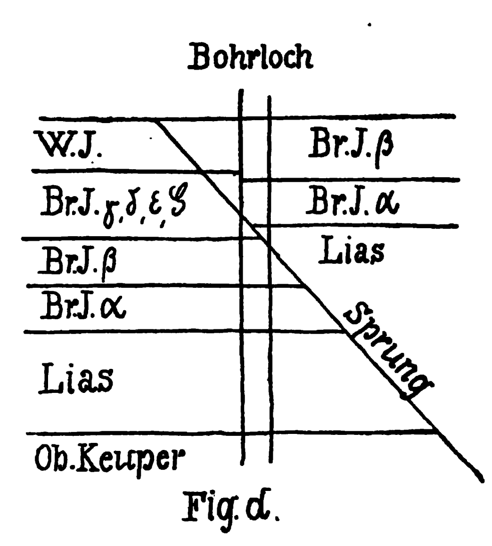


Fig. d.

Von vornherein spricht indessen gegen eine derartige Annahme der Umstand, dass sich dann im Bohrprofile die Schichten β, α, β, α wiederholen müssten; d. h. in der thonigen Ablagerung müssten eingeschaltet sein von oben nach unten: Sandige, kalkige, sandige, kalkige Schichten. Das aber ist nicht der Fall. Das Register giebt vielmehr nur einmal an: oben sandige, unten kalkige Zwischenschichten. Daraus allein schon wird es wahrscheinlich, dass hier keine Verwerfung, sondern die regelrechte Schichtenfolge vorliegt.

Geben wir nun aber einmal zu, dass doch eine Verwerfung stattfände. Das „Zuviel", welches im Bohrloche angegeben wird, beziffert sich auf 86—113 m. Die abgesunkene Scholle müsste sich also um diesen Betrag, senkrecht gemessen, gesenkt haben; es müsste daher auf ihr ein 86—113 m mächtiges Schichtensystem höheren Juras liegen. Da nun Braun-Jura γ, δ, ε, ζ zusammen in jener Gegend nach Fraas nur etwa 65 m, nach Engel gegen 60—65 m, nach Deffner an 95 m mächtig sind, so müssten, um

die 113 m voll zu machen, vom Weiss-Jura α noch bis zu 48 m hinzukommen [1].

Wäre also eine Verwerfung in dieser Gegend vorhanden, so müsste sie entweder durch eine 68—119 m messende Vertiefung oder dadurch gekennzeichnet sein, dass Braun-Jura ζ bezüglich der Weisse Jura α dicht neben Braun-Jura β sich in derselben Höhenlage befände. Von alledem ist aber nichts zu sehen. Es liegt mithin keine Verwerfung vor.

Lässt sich nun die auffallende Thatsache, dass der Untere Braun-Jura im Bohrloche ungefähr doppelt so mächtig ist, als er in dieser Gegend über Tage sein soll, nicht durch eine Verwerfung erklären, dann bleibt nichts anderes übrig, als die Mächtigkeitsangabe im Bohrprofil für richtig zu halten. Daraus würde natürlich folgen, dass die Angaben über die Mächtigkeit des über Tage Anstehenden unrichtige wären; und zwar weil sie entweder gar nicht, oder in nicht richtiger Weise das Fallen der Schichten berücksichtigt haben.

Die Mächtigkeit der einzelnen Lias-Stufen lässt sich im allgemeinen, da sie keine grosse zu sein pflegt, in unserem Gebiete an einem und demselben Aufschlusse direkt messen. Hier im Lias stimmten daher auch die Angaben über die Mächtigkeit des über Tage Anstehenden mit denen des Bohrregisters überein; nur die Thone des Lias β sind in letzterem mächtiger, als sie über Tage sein sollen.

Anders als beim Lias liegt die Sache aber beim Unteren Braun-Jura. Hier stimmt die Mächtigkeit gar nicht, und wiederum sind es Thone, zudem solche von grosser Mächtigkeit; also dasselbe Gestein, bei welchem auch im Lias β keine Übereinstimmung stattfindet. Sollte das nicht, zum Teile wenigstens, daran liegen, dass man für eine bedeutendere Thonablagerung die Mächtigkeit nicht so leicht an einem und demselben Aufschlusse bestimmen kann, weil

[1] Die Angaben über die Mächtigkeit des über Tage anstehenden höheren Braun-Jura lauten sehr verschieden. O. Fraas giebt auf S. 104 pp an: Zwischen der Gegend von Balingen und der Fils messen γ etwa 28, δ gegen 17 m. Dazu ε und ζ in der Kirchheimer Gegend an 20 m. Das ergiebt die obigen 65 m. Engel giebt auf S. 122 und 133 folgendes an: Braun-Jura α 109—112 m, Dazu β mit 25—30 m, so dass $\alpha + \beta$ ungefähr = 135—140 m sein würden. Da nun der ganze Braun-Jura bei Reutlingen 200 m misst, so kämen auf γ bis ζ ungefähr 60—65 m. — Nach Deffner endlich ist, auf S. 16, β—γ 120 m in jener Gegend mächtig. Da für β etwa 25 m abgehen, so würden für γ—ζ 95 m übrig bleiben, d. i. fast die Hälfte mehr als O. Fraas angiebt.



senkrechte Wände in der vollen Mächtigkeit fehlen[1] oder unersteigbar sind. Man muss daher hier den Höhenunterschied zwischen der oberen und unteren Grenze der mächtigen Thonablagerung des Unteren Braun-Jura meist an zwei oft weit voneinander gelegenen Punkten bestimmen, um die Mächtigkeit zu erhalten. Wäre nun die Lagerung völlig wagerecht, so würde auch das zu einem richtigen Ergebnisse führen. Sie ist aber sicher nicht völlig wagerecht; im allgemeinen findet ein Fallen nach SO. statt. Die Schwierigkeit liegt jedoch darin, dieses Fallen in den Thonen richtig zu messen. Das ist fast eine Unmöglichkeit; man ist daher gezwungen, das Fallen zu schätzen.

Je nachdem man nun gar keinen oder einen mehr oder weniger schwachen Fallwinkel annimmt, erhält man natürlich auf einer längeren Strecke ganz verschiedene Mächtigkeiten für den Unteren Braun-Jura. Daher erklären sich wohl auch die so sehr verschiedenen Angaben in dieser Beziehung (vergl. Anm. auf S. 157). Herr Dr. Pompecky hat mit dem Aneroïd-Barometer, wie S. 155 angeführt, auf der 5 km langen, N.—S. laufenden Linie von Neuffen nach Frickenhausen den Höhenunterschied zwischen den obersten Schichten des Braun-Jura β und den untersten des α zu 106 m bestimmt. Sowie man nun hierzu ein Fallen der Schichten von noch nicht 2^0 nach S. annimmt, erhält man für diese 5 km lange Linie bereits ungefähr das Doppelte jener Zahl an Mächtigkeit für $\alpha + \beta$; also etwa das, was das Bohrprofil angiebt, indem es $\alpha + \beta$ zu 226 m feststellte. Natürlich würde dann auch diese Angabe des Bohrprofils ein wenig zu hoch sein, da in diesem Falle nicht genau wagerechte, sondern mit 2^0 geneigte Schichten durchbohrt wären, weshalb jene Zahl von 226 um ein Geringes verkürzt werden müsste. Das hat indessen bei nur 2^0 mehr eine theoretische als praktische Bedeutung.

Herr Inspektor Regelmann vom statistischen Landesamt teilte mir auf meine Anfrage bezüglich der Schichtenmächtigkeit freundlichst mit, dass er gerade in der Gegend von Neuffen keine Messungen der Mächtigkeit habe vornehmen können; dass aber Bestimmungen des Fallwinkels nirgends unsicherer seien, als im Albtrauf, wo so viele Aufbiegungen der Schichten sich einstellen. Ist dem nun so, dann müssen, so scheint mir, natürlich die Angaben über die Mächtigkeit der im Albtrauf über Tage anstehenden Ablagerungen notwendig ungenaue sein, auch wenn ausdrücklich von dem Autor erwähnt

[1] Die Thone werden leicht von herabgefallenen Massen überdeckt.

wird, dass von ihm das Fallen berücksichtigt worden sei. Daher erklärt sich denn auch der Widerspruch in diesen Angaben (S. 157 Anm.), nach welchen Braun-Jura γ—ζ in unserer Gegend auf 65 und auch auf 95 m angegeben werden. Herr Regelmann hebt ausserdem noch als wahrscheinlich hervor, dass die über Tage anstehenden Thone des Unteren Braun-Jura, weil ausgelaugt, weniger mächtig sein werden als die geschützt lagernden.

Unter solchen Umständen scheinen mir irgendwelche Zweifel, welche man gegen die bei Neuffen erbohrte sehr grosse Mächtigkeit des Braun-Jura α und β von 226 m hegt, nicht gerechtfertigt.

Das wird nun durch einen weiteren Grund unterstützt. Regelmann[1] hat nachgewiesen, dass die Mächtigkeit der Trias- und Juraschichten am Schwarzwalde von S. an gegen N. und O. hin mehr und mehr zunimmt. Es messen nämlich nach ihm

Brauner Jura α.

In Betznau an der Aare (Dr. Stutz. Lägern S. 13) . . .	45,0 m
Bei Oberbaldingen (Vogelgesang, Beitr. Heft XXX S. 105)	78,0 „
An der Kalbweidsteig bei Thalheim	79,0 „
Am Holzloch bei Aldingen	76,8 „
Am Klippenwald bei Denkingen	98,3 „
An an Katzensteige bei Gosheim	111,7 „

Brauner Jura β.

An den Lägern (Dr. Stutz. Lägern Taf. I Prof. 6) . . .	19,8 m
An der Kalbweidsteige bei Thalheim	45,9 „
Am Stauffenberg bei Spaichingen	51,3 „
An der Au bei Gosheim	50,5 „
An der Katzensteige bei Gosheim	48,4 „

Unter solchen Umständen ist es sehr wohl denkbar, dass diese Schichtenmächtigkeit nach NO. hin in höherem Masse anschwillt als man vermeinte. Auch bezüglich der Thone des Lias β hatten wir gesehen, dass das Bohrprofil eine wesentlich grössere Mächtigkeit ergiebt als die Angaben der verschiedenen Autoren. Offenbar trifft auch hier die Angabe des Bohrregisters das Richtige, wie das völlig sicher durch einen analogen Fall bewiesen wird, dessen Mitteilung ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Schuster in Pforzheim verdanke.

Am Cementofen, unterhalb der Schieferöl-Fabrik Reutlingen, hatte man ein Brunnenbohrloch im Lias γ angesetzt. Diese Mergel

[1] Regelmann, Trigonometrische Höhenbestimmungen für die Atlasblätter Fridingen, Hohentwiel, Schwenningen und Tuttlingen. 1877. Stuttgart. S. 52.

wurden in normaler Mächtigkeit durchteuft. Aber die *Turneri*-Thone zeigten sich wider Erwarten so mächtig, dass man die Bohrung einstellte, ohne die Grenze von Lias β und α, welche meist Wasser bringt, erreicht zu haben. Auch hier also ganz dasselbe Verhalten wie in den Unteren Braun-Jura-Thonen.

Zusammenfassung. Aus unserer Darlegung ergiebt sich zunächst, dass sich alle durchsunkenen Schichten in ungezwungener Weise wie folgt deuten lassen.

Das Bohrloch endigt im obersten Keupersandstein.

Der ganze Lias ist, z. T. Zone für Zone, jedenfalls aber in den Abteilungen von α—ζ hinauf, unverkennbar; auch ist er in der einer jeden Abteilung ungefähr zukommenden Mächtigkeit durchsunken. Nur die β-Thone werden im Bohrprofile wesentlich mächtiger angegeben als dies über Tage anstehend der Fall sein soll.

Vom Braunen Jura sind petrographisch deutlich die Stufen α und β im Bohrprofile zu erkennen. Aber auch hier wieder ist die Mächtigkeit dieser Thonbildungen viel grösser, etwa doppelt so gross, als sie nach den Angaben der Schriftsteller bei den über Tage anstehenden Massen sein soll. Hier wie dort sind es also Thone, welche im Bohrprofil viel mächtiger sind als sie über Tage angeblich sein sollen.

Die Ursache dieser Erscheinung mag z. T. in der Auslaugung und Verrutschung der zu Tage ausstreichenden Thonmassen liegen. Zum andern Teil aber liegt sie gewiss in ungenauer Messung über Tage, weil untere und obere Grenze desselben an voneinander entfernten Punkten anstehen und man den Fallwinkel nicht genau angeben kann. Weder durch eine Verwerfung noch durch einen Irrtum oder Betrug der Bohrenden kann sie erklärt werden. Folglich müssen der Untere Braun-Jura und Lias β wirklich in unserer Gegend die grosse Mächtigkeit besitzen, welche das Bohrprofil angiebt.

Die vier vulkanischen Gebiete der schwäbisch-fränkischen Alb.

Die Basalte am N.-Ende derselben. Ries. Hegau. Gruppe von Urach. Vergleichung dieser vier Gebiete.

Zwischen dem SO.-Rande des altkrystallinen Schwarzwaldgebirges und dem W.-Rande des gleichfalls aus altkrystallinen Gesteinen bestehenden bayrischen Waldgebirges bei Regensburg zieht sich auf mehr als 300 km Länge in südwestlich-nordöstlicher Richtung das schwäbisch-fränkische Jura- oder Albgebirge dahin. Dann biegt

es in fast rechtem Winkel um und streicht nun auf einer Erstreckung von etwa 150 km am W.-Rande des urgebirgigen Massivs von Böhmen in NNW.-Richtung bis in die Gegenden von Coburg. Gegenüber dieser ansehnlichen Länge steht nur eine verhältnismässig geringe Breite von durchschnittlich vielleicht 50 km. Die höchsten Höhen steigen bis zu mehr als 1000 m über den Meeresspiegel an.

Dieser jurassische Gebirgszug ist in bezug auf seinen geologischen Aufbau ein zusammengehöriges Ganze. Es lassen sich in demselben jedoch geographisch drei Abschnitte unterscheiden: Die fränkische Alb, von dem N.-Ende desselben in der Gegend des Thüringer Waldes bis zu der knieförmigen Umbiegung bei Regensburg. Sodann das Altmühl-Juragebirge, wie Gümbel[1] die Strecke benennt, welche von diesem Knie bis an den kesselförmigen Einsturz bei Nördlingen zieht. Beide Teile und zugleich auch die grösste Hälfte dieses Kessels gehören zu Bayern. Endlich die schwäbische oder rauhe Alb, welche von da bis zum Schwarzwald und an dessen Ostrande entlang südwärts bis in die Gegend von Schaffhausen am Rhein zieht.

In vier verschiedenen Gegenden ist dieses schwäbisch-fränkische Juragebirge der Schauplatz vulkanischer Thätigkeit gewesen. Nahe dem Nordende der fränkischen Alb liegt an zwei getrennten Punkten das eine Gebiet, zugleich das unbedeutendste. Die drei anderen Vulkangebiete gehören der schwäbischen Alb an. Zwei derselben treten auf an den beiden entgegengesetzten Enden derselben, dem südwestlichen und dem nordöstlichen, im Hegau und im Ries bei Nördlingen. In beiden Fällen sind kreisähnliche Stücke aus der Hochfläche der Alb herausgebrochen und haben sich gesenkt. Aus diesen Kesselbrüchen ist dann auf Spalten das geschmolzene Eruptivgestein emporgedrungen. Das dritte Gebiet liegt ungefähr halbwegs zwischen diesen beiden, in der weiteren Umgebung von Urach. Dieses letztere Gebiet bildet den Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Wir werden daher, um die Eigenheiten, sowie die mit jenen übereinstimmenden Merkmale desselben erkennen zu können, die anderen drei Gebiete uns in ihren wesentlichen Eigenschaften vor Augen führen müssen. Wir beginnen mit dem nordöstlichsten Gebiete.

Da, wo die fränkische Alb nahezu ihr nördliches Ende erreicht hat, liegen vereinzelt zwei vulkanische Punkte, an welchen Nephelin-

---

[1] Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel. Th. Fischer. 1891. S. 18.



Basalte den Tiefen der Erde entquollen sind. Der eine derselben findet sich in der Nähe von Culmbach, wo am **Patersberg** und bei **Wernstein** zwei Kuppen dieses Eruptivgesteines aus Braun-Jura α zu Tage treten. Hier sind die Thone des letzteren im Kontakt in eine porzellanjaspisähnliche Masse verwandelt[1]. Der zweite Punkt tritt auf südwestlich von jenem, bei **Oberleinleiter** unweit Heiligenstadt[2]; hier bildet ein ganz typischer Nephelin-Basalt einen die Weiss-Juraschichten durchsetzenden Gang. Während die vom Basalte eingeschlossenen zahlreichen Weiss-Jura-Brocken meist stark verändert sind, zeigen doch die Schwammkalke, in welchen der Gang aufsetzt, keine bemerkenswerte Umwandlung.

Mit diesen zwei vereinzelt gelegenen kleinen Vorkommen hat hier, im Norden des schwäbisch-fränkischen Juragebirges, sich die Thätigkeit der vulkanischen Kräfte begnügt. Diese beiden nördlichsten Aufbruchsstellen sind aber nicht nur äusserlich durch einen weiten Raum von dem nächstgelegenen jener drei anderen grösseren Gebiete, dem Ries bei Nördlingen, getrennt, sondern sie sind gegenüber jenen auch durch das Fehlen jeglicher ausgeworfenen Urgebirgsgesteine und der Tuffe gekennzeichnet. Einem anderen vulkanischen Herde als jene scheinen sie anzugehören.

Das **Ries bei Nördlingen** ist ein etwa 20 km im Durchmesser haltender, 100 m tiefer, kesselförmiger Einbruch im Weissen Jura. Die Umrandung des Kessels zeigt die abgebrochenen Schichtenköpfe dieses Gesteins und zugleich ein nach allen Himmelsgegenden gerichtetes Einfallen der hier aus ihrer Lage gebrachten Schichten. Nur am N.- und NW.-Rande wird dieselbe auch durch Schichten des Braunen Jura und Lias, sogar des Keupers gebildet[3]. Das Innere dieses weiten Kessels ist ausgefüllt mit tertiären Süsswasserschichten, vulkanischen Tuffen und anstehendem altkrystallinem Gestein.

Ein zusammenhängendes festes Eruptivgestein tertiären Alters besteht im Ries nicht. Man hielt allerdings früher das am Wenne-

---

[1] W. Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. Gotha. Perthes. 1879. S. 254. — Ferner Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel. Th. Fischer. 1891. S. 139, 566 u. 641.

[2] Gümbel, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. 1891. S. 459 u. 641. — Ferner Leppla und Schwager, Der Nephelin-Basalt von Oberleinleiter. Geogn. Jahresh. I. Jahrg. 1888. S. 65—74.

[3] Gümbel, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. S. 197 pp.

berg auftretende, dichte, schwärzliche Ganggestein für jungeruptiv. Aber dasselbe ist nach THÜRACH und GÜMBEL eine altkrystalline Gangbildung, welche in dem Granit des Wennebergs aufsetzt. Dieses Gestein gehört zu den Kersantiten und ähnelt am meisten dem sogenannten Aschaffit des Spessarter Urgebirges[1]. Ebensowenig ist der angebliche Trachytgang bei Polsingen, von welchem in „Das Königreich Württemberg[2]" die Rede ist, ein anstehendes Gestein. Dieses Vorkommen besteht vielmehr nur aus massenhaft angehäuften Bomben, wie GÜMBEL darthut[3]. Es lassen mithin die heute sichtbaren Erzeugnisse des tertiären Ries-Vulkanes nur lose Massen erkennen: Bomben, Schlacken und Aschen.

Die ersteren sind durch ein Gesteinsglas gebildet, in welchem Mikrolithe, Quarzkörnchen, Feldspat und gefrittete Stückchen altkrystalliner Gesteine liegen. Der Tuff besteht aus einer hellgrauen, porösen Grundmasse, welche nach Art der vulkanischen Aschen aus einer zerstäubten Glaslava hervorgegangen ist; denn sie lässt unter dem Mikroskope teils undurchsichtige erdige, teils durchscheinend glasige Teilchen erkennen. In dieser Masse liegen nun eingebettet: kleine Brocken schlackigen, blasigen, vulkanischen Glases, grössere Schlacken und Bomben, Krystalle von Orthoklas, Plagioklas und Glimmer; als Neubildungen Tridymit, Kalkspat, zeolithische und andere Zersetzungsmassen. Kennzeichnend ist, dass Bimsstein, Augit, Olivin oder andere Mineralien fehlen, welche doch sonst gewöhnlich die Gemengteile des Basaltes bilden. Der Schmelzfluss war vielmehr ein liparitischer. Auch jene obigen Mineralien dürften nicht der zu Asche zerstiebten Lava angehören, sondern den zerfallenen Urgebirgsgesteinen.

Diese letzteren finden sich in zahlreichen, scharfkantigen bis kopfgrossen Stücken im Tuff, oft in solcher Menge, dass breccienartige Trümmermassen entstehen. GÜMBEL führt an, dass viele derselben durch Hitze und spätere Umwandlung in so hohem Masse verändert sind, dass man nicht mehr sicher auf ihren ursprünglichen Zustand schliessen könne. Sie sind zum Teil gefrittet, ihre Gemengteile geschmolzen und verglast, wozu dann noch Umwandlung durch Verwitterung getreten ist. Diese Urgebirgsgesteine gehören dem Granit, Gneiss, Hornblendegneiss, Diorit und auch dem Urkalk an.

---

[1] Gümbel, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel. 1891. S. 205 u. 230—232.

[2] Stuttgart. 1882. S. 390.

[3] Ebenda. S. 234.

Es sind ganz dieselben Arten, welche auch in den Auswürflingen unserer Tuffe der Gruppe von Urach erscheinen. In gleicher Weise fehlen auch hier wie dort die beiden jüngsten Schichtgesteine des Urgebirges: Glimmerschiefer und Thonschiefer.

Ausser den Urgebirgsgesteinen finden sich jedoch im Tuffe noch zahlreiche Einschlüsse der durchbrochenen Sedimentgesteine. Am häufigsten ist Jurakalk, seltener sind Schiefer aus Braunem Jura und Lias; zuweilen finden sich Keuperthone; ältere Schichtgesteine fehlen.

Unter diesen sedimentären Fremdgesteinen sind namentlich die Weiss-Jurakalke verändert: teils sind sie äusserlich krystallinisch geworden, teils in eine specksteinartige Masse verwandelt; teils aber sind sie ganz unverändert; dazu haben sie bald schwärzliche, bald rötliche Färbung angenommen. Die thonigen und mergeligen Gesteine des Jura sind häufig in Porzellanjaspis verwandelt, haben Kohlensäure dabei verloren und andere Färbung erhalten.

Die Entstehung des Rieskessels stellt sich Gümbel in der folgenden Weise vor: Ursprünglich befand sich an seiner Stelle die Juradecke der Alb. Bei einem Vulkanausbruch wurde dieselbe zersprengt. Bomben und Tuffe wurden ursprünglich in gewaltiger Menge ausgeworfen, sind jedoch heute zum grossen Teil wieder weggewaschen. Diese Tuffe sind also nur aus einem einzigen Schlunde zu Tage gefördert worden; sie sind ihrer Unterlage aufgelagert, bilden mithin keine Ausfüllung von Spalten. Gleichzeitig wurden ganze mächtige Stücke des Urgebirges hochgehoben (nicht ausgeworfen), so dass sie nun neben normal gelagerten Weiss-Juraschichten im selben Niveau wie diese anstehen. Nur durch Hebung, nicht durch Senkung kann man nach Gümbel diese Lagerungsverhältnisse erklären. Schliesslich erfolgte ein Einbruch des Centrums und dadurch die Entstehung des Rieskessels. Derselbe vergrösserte sich dadurch, dass die durch die Explosionen zerspaltenen und unterhöhlten Randgesteine des Kessels nachbrachen. So hatte sich eine maarartige Vertiefung gebildet, in welcher sich die Gewässer zu einem See aufstauten. In diesem bildeten sich tertiäre und später quartäre Ablagerungen, bis zuletzt nach Durchsägung der Umrandung das Wasser wieder abfloss.

Was nun endlich das Alter dieses vulkanischen Ausbruches im Ries anbetrifft, so ergiebt sich dasselbe aus demjenigen der ältesten Tertiärschichten, welche sich nach dem Ausbruche über den Tuffen abgelagert haben. Dieselben werden durch die Kalke

mit *Helix sylvana* und anderen jungmiocänen Schichten gebildet, so dass die Entstehung des Einsturzkessels und der Vulkanausbruch in demselben zur Zeit des Mittel- oder Untermiocän erfolgt sein müssen.

Dieser Einsturzkessel des Ries ist nun aber in jenem Teile der Alb keineswegs eine ganz vereinzelte Erscheinung; vielmehr haben sich an einer ganzen Anzahl benachbarter Stellen ebenfalls Senkungs- und Umwälzungsvorgänge vollzogen. Ganz wie der Rieskessel, so treten auch diese mitten in den ungestörten, fast wagerechten Weiss-Juraschichten der Alb auf; auch sind sie ebenso wie das Ries und das Becken von Steinheim zum Teil gekennzeichnet durch Schuttmassen aus zertrümmertem Weiss-Jura, in welchen sogar hier und da auch Fetzen von Keuper und Granit liegen[1].

Dahin gehört zunächst das am weitesten vom Ries entfernt liegende Einsturzbecken von Steinheim, welches durch seine Fauna so bekannt geworden ist. Dasselbe liegt über 30 km südwestlich vom Rande des Ries.

Näher dem letzteren, ihn im N. und W. umgebend, finden wir dann drei weitere grosse Senkungsfelder: Bei Wassertrüdingen im N., in dessen Mitte sich der grosse Jurastock des Hesselberges erhalten hat; sodann im W. das mindestens 4 □Meilen grosse Senkungsgebiet zwischen Ellenberg und Bopfingen; ferner dasjenige von Neresheim.

Endlich treten in einer noch näheren Zone um den Rieskessel abermals andere derartige kleinere Gebiete auf, welche entweder direkt abgesunken, oder doch wenigstens durch völlig zerrüttete Schichten gekennzeichnet sind. „Umwälzungssporaden" haben O. Fraas und Deffner sie genannt.

Weit entfernt vom Ries, am SW. Ende der schwäbischen Alb, treffen wir ein gleichgeartetes kesselförmiges Einbruchsfeld, das des **Hegau**[2].

Dasselbe liegt östlich Schaffhausen, nahe der schweizerischen Grenze. Sein Umriss ist rundlich viereckig; der grösste Durchmesser gegen 18 km, also nicht viel hinter demjenigen des Ries zurückstehend. Von N. her fällt der abgebrochene Jura treppenförmig in

---

[1] Deffner und O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Bopfingen und Ellenberg. S. 22.

[2] So, und nicht Höhgau, ist nach freundlicher Mitteilung des Herrn Pfarrer Dr. Engel die übliche Schreibweise; im Mittelalter schon lautete sie Hegöw.

das Innere des Senkungsfeldes ab; südwärts aber, gegen den Bodensee, ist es geöffnet. Wie im Ries, so quollen auch hier vulkanische Massen aus der Tiefe empor; aber in unvergleichlich viel grossartigerem Massstabe. Sind dort nur Tuffe vorhanden, so finden wir hier neben ansehnlichen Tuffablagerungen auch Basalt und Phonolith. Ein Kranz von Torfmooren umgürtet diese vulkanischen Massen und grenzt sie gegen den stehengebliebenen Jura, die Wand des Einbruchskessels, ab.

So erhebt sich mitten aus dem Kessel eine Gruppe von kegelförmigen Bergen und Hügeln, bestehend aus jenen Eruptivgesteinen, ihren Tuffen, aber auch aus Oberer Süsswasser-Molasse[1].

Die vulkanische Thätigkeit setzt sich jedoch noch ausserhalb dieses Einsturzkessels nach N. hin fort. Aber ohne dass es dabei zu einer Versenkung gekommen wäre, sind hier die vulkanischen Gesteine einfach durchgebrochen. Direkt im N. jenes Einsturzkessels liegen der Hohe Höwen und der Howenegg. Etwas im NW. schon der Neuhöwen. Endlich noch weiter gegen NW. gerückt der Steinröhren und der Wartenberg; letzterer schon auf dem linken Donauufer und, gegenüber jenen aus Weiss-Jura aufsteigenden, im Braun-Juragebiete gelegen.

Die W.-Hälfte des Hegau ist basaltisch, die O.-Hälfte phonolithisch. Die Basalte[2] sind nach Grubenmann's Untersuchungen sämtlich Melilith-Basalte. Dass derjenige des Wartenberges bei Geisingen gleichfalls ein Melilith-Basalt ist, wies schon Stelzner[3] nach. Dadurch ergiebt sich eine grosse Übereinstimmung mit unserem Vulkangebiete von Urach, welches gleichfalls vorwiegend Melilith-Basalte geliefert hat, soweit Basalte hier überhaupt vorhanden sind. Phonolithe fehlen in unserem Gebiete gänzlich.

Noch verbreiteter jedoch als diese festen Eruptivgesteine sind im Hegau die losen Massen, welche teils Basalt-, teils Phonolith-Tuffe geliefert haben. Ehemals bildeten dieselben eine weite, allerdings sehr verschieden dicke Decke, welche sich nach O. Fraas über die ganze Oberfläche zwischen Donau und Rhein ausgebreitet hatte; noch heute finden wir am Schienerberg bei Stein am Rhein den Tuff. Jetzt freilich ist diese Decke durch die Erosion in eine Anzahl von Bergen und vereinzelten Vorkommen zerschnitten.

Die Lagerung dieser Tuffe ist die gewöhnliche, welche man

[1] Vergl. O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Hohentwiel.

[2] U. Grubenmann, Die Basalte des Hegaus. Dissert. Zürich 1886. 39 S.

[3] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1883. Beil.-Bd. II. S. 402.

bei den von echten Vulkanen ausgeworfenen Aschenmassen findet: Sie sind bei dem Ausbruche ausgeworfen und der damaligen Erdoberfläche aufgelagert worden. Nirgends kennt man sie, wie in unserer Gruppe von Urach, als Ausfüllungsmasse von Spalten, also ein- oder durchgreifend gelagert. Die Hegauer Tuffe wurden offenbar an einer Anzahl von Punkten zu mächtigen hohen Aschenkegeln, mit dem Krater am Gipfel aufgehäuft, wie wir sie bei den meisten thätigen Vulkanen kennen. Der basaltische bezw. phonolithische Schmelzfluss aber floss nicht in Gestalt von Lavaströmen oben an der Krateröffnung aus; denn wir kennen keine solchen in diesem Gebiete. Er erstarrte vielmehr im Innern der Aschenkegel, ohne in diesen bis zum Gipfel aufzusteigen. Notwendigerweise muss er den die Aschenkegel durchbohrenden Ausbruchskanal in seinem unteren Teile zu einem weiten Hohlraum vergrössert haben, was bei der lockeren Beschaffenheit der Asche eine leichte Aufgabe für ihn war. So bildete er eine Ausfüllung dieses glockenförmigen Hohlraumes und nach seinem Erstarren einen Ausguss desselben. Indem dann die Aschenkegel allmählich abgetragen wurden, kamen diese Steinkerne der Hohlräume zu Tage und ragen nun als Basalt- oder Phonolithkegel auf. Die senkrechten Wände, mit welchen die letzteren heute bis zu mehr als 200 m Höhe aufragen, liefern, wie O. Fraas hervorhebt, den Beweis dafür, dass wirklich solche in Hohlräumen erstarrte Schmelzkuchen vorliegen, dass dieselben sich also nicht frei an der Erdoberfläche aufgetürmt haben. Denn ein noch so zähflüssiges Gestein wird im letzteren Falle sich doch immer nur zu einem flacheren Kuchen aufbauen können. Es mögen daher noch hier und da solche festen Kerne in den dortigen Aschenbergen verborgen liegen.

Auf solche Weise umgeben die Tuffe des Hegaus teils mantelförmig die Basalt- und Phonolithmassen, teils bilden sie vereinzelte, durch die Erosion abgeschnittene Hügel in der Nähe dieser Berge. Dagegen treffen wir sie niemals als Ausfüllungsmasse schmaler Gangräume wie in unserem Gebiete der Fall[1].

Wie in den Tuffen des Ries und der Gruppe von Urach, so finden sich auch in denen des Hegau zahlreiche Stücke der durchbrochenen Gebirgsarten: Grauer Gneiss und grauer Granit mit schwarzem Glimmer, auch mit Hornblende, teils auch fleischroter

[1] Schill, Die Basalte und ihre Sturzwälle im Höhgau. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1857. S. 36.

feinkörniger Granit, wie beide vom südlichen Schwarzwald, nicht aber aus den Alpen bekannt sind. Von sedimentären Gesteinen waltet der Weisse Jura, namentlich die ζ-Kalke und die Marmore, vor. Seltener ist festes Gestein aus Braunem Jura und Lias. Dasselbe gilt wohl in noch höherem Masse von Triasgesteinen. Dagegen sind Bruchstücke aus palaeozoischen Schichten unbekannt. Diese Trümmer sind bald scharfkantig und eckig, bald kugelig und abgerundet, je nachdem sie beim Auswurfe sich aneinander rieben oder nicht. Die Stücke von Gneiss und Granit besitzen stets eine rauhe Oberfläche und sind bröckelig; die aus dem Tuffe herausgewitterten zerfallen leicht, wodurch sie sich sofort von den fast unzerstörbaren glacialen Geschieben unterscheiden.

Hinsichtlich der Frage nach dem geologischen Alter dieser vulkanischen Gesteine ergiebt sich, dass die vulkanischen Tuffe des Hegau[1] auf der Oberen Süsswassermolasse mit *Unio flabellatus* aufliegen; sie sind jedoch auch mit den Sedimenten derselben vermengt. Am Hohentwiel fand sich in den Tuffen nach O. Fraas *Helix sylvana*, welche nach Sandberger *Helix moguntina* zu nennen wäre. Danach wären die Tuffe obermiocänen Alters[2].

Ungefähr in der Mitte zwischen diesen beiden letzteren Vulkangebieten des Hegau und des Ries liegt nun in der weiteren Umgebung von Urach ein viertes Gebiet einstiger Thätigkeit der unterirdischen Kräfte. Ich will dasselbe mit dem Namen „vulkanische Gruppe von Urach“ bezeichnen. „Vulkangruppe“ darf man dasselbe durchaus nicht nennen, denn es birgt, trotz seiner 125 Aufbruchstellen, nicht einen einzigen ehemaligen Vulkan; sondern nur Vulkan-Embryonen, Maare und deren, fast stets mit Tuff, ausnahmsweise auch hier und da mit Basalt, erfüllte Ausbruchskanäle.

Dieses Gebiet soll freilich erst den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bilden. Es mag jedoch gestattet sein, wenn ich, die Ergebnisse derselben vorwegnehmend, schon an dieser Stelle den Vergleich durchführe.

Vergleich der Gruppe von Urach mit den drei anderen Vulkangebieten der fränkisch-schwäbischen Alb.

Die zuerst erwähnten basaltischen Vorkommen am N.-Ende der fränkischen Alb sind durch das alleinige Auftreten fester Eruptiv-

[1] O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Hohentwiel. S. 5.

[2] s. später „Das Alter der Tuffe“.

gesteine, also durch das Fehlen der für die drei anderen so kennzeichnenden Tuffbreccien mit ihren Fremdgesteinen, von jenen so unterschieden, dass wir von ihnen ganz absehen können. Es kommen daher bei dem Vergleiche mit dem unserigen nur die beiden anderen Gebiete in Betracht.

Am stärksten drängt sich dem Beobachter auf die übereinstimmende Beschaffenheit der Tuffe. In allen drei Gebieten bestehen nämlich diese Tuffe nicht aus reinen Aschenmassen, sondern aus Tuffbreccien; sie sind also ausgezeichnet durch zahllose Einschlüsse von, der vulkanischen Asche fremden Gesteinen. Diese gehören solchen Gesteinsarten an, welche von dem Ausbruchskanale durchbrochen wurden. Andere, etwa von aussen in den Tuff gekommene, durch Wasser oder Eis, fehlen. In allen drei Gebieten sind in gleicher Weise die Stücke der obersten Schichtenreihe, des Weiss-Jura, am häufigsten. Danach diejenigen der tieferen Juraschichten. Auch diejenigen des Urgebirges sind ziemlich häufig vorhanden. Dagegen sind ältere Schichten, wie Keuper, Buntsandstein (Rotliegendes?), selten vertreten und die ältesten, nämlich Carbon, Devon, Silur und Cambrium, Thonschiefer, Glimmerschiefer, ganz fehlend.

Auch wenn wir die Natur der ausgeworfenen krystallinen Urgebirgsarten vergleichen, so findet sich bemerkenswerterweise Übereinstimmung zwischen dem Ries und unserem Gebiete. Hier wie dort erscheinen ganz dieselben Arten dieser Gesteine. Diese Eigenschaft, sowie das Fehlen ältester, versteinerungsführender Formationsglieder unter den Auswürflingen lässt daher auf einen, bis auf die noch zu erwähnenden Unterschiede, gleichartigen Bau des Untergrundes dieses Teiles der schwäbischen Alb schliessen. Im äussersten SW. derselben, im Hegau, treten unter den urgebirgigen Auswürflingen solche des südlichen Schwarzwaldes auf.

Des fernern zeigt sich dann Übereinstimmung in der gleichen Art der Umwandlung, welche unter den im Tuffe eingeschlossenen Gesteinen die Weiss-Jurakalke erlitten haben: Ein Teil derselben ist rot geworden, ein anderer Teil schwärzlich, ein dritter krystallinisch. Es ist das sehr erklärlich, da es sich in allen Fällen einmal um ganz dieselben Kalke eines und desselben Gebirgszuges handelt und zweitens um ähnliche, verhältnismässig niedrige Temperaturgrade, wie sie ausgeworfenen Aschen zukommen; Temperaturgrade, welche weit hinter denjenigen zurückstehen, welche von dem zusammenhängenden, den Basalt erzeugenden Schmelzflusse ausgestrahlt werden.

Gegenüber diesen, allen drei Gebieten fast gänzlich gemeinsamen Eigenschaften, steht jedoch eine grössere Zahl solcher, in welchen mehr oder weniger Verschiedenartiges sich kundgiebt.

Was zunächst das Alter dieser Ausbrüche anbetrifft, so ergiebt sich für diejenigen des Gebietes von Urach wohl, dass sie ein wenig älter sind als jene beiden. Sie gehören der mittelmiocänen Epoche an [1]. Sodann mag sich anschliessen der Ausbruch im Ries, während diejenigen des Hegaus nach SANDBERGER [2] wiederum etwas jünger sein sollen als diejenigen im Ries bei Nördlingen. Es enthalten nämlich die Phonolithtuffe z. B. am Hohenkrähen im Hegau Pflanzen des Öninger Kalkschiefers, also der jüngsten Abteilung der Oberen Süsswassermolasse. Dagegen werden im Ries, z. B. bei Schmähingen, vulkanische Schlackenmassen von dem Rieskalk überlagert, welcher zugleich auch, wie am Wenneberg, Brocken dieser vulkanischen Gesteine einschliesst. Letztere sind mithin älter als der Rieskalk. Dieser aber wird bei Trendel, unweit Öttingen, noch überlagert von anderen Schichten und erst in letzteren kommen *Helix sylvana* KLEIN und andere sehr bezeichnende Arten der *Sylvana*-Kalke vor, welche das kalkige Äquivalent der Oberen Süsswassermolasse bilden. Der Rieskalk muss mithin den unter der Oberen Süsswassermolasse liegenden Ablagerungen gleichalterig sein, d. h. einerseits den über der Meeresmolasse liegenden, dunkelroten Süsswassermergeln mit *Tudora Larteti*, anderseits den brackischen Kirchberger Schichten.

Fassen wir sodann die Tektonik der zu vergleichenden vulkanischen Gebiete ins Auge, so finden wir, dass Ries sowohl als auch das Hegau durch die Bildung eines grossen Kesselbruches gekennzeichnet sind, während ein solcher der Vulkangruppe von Urach entschieden fehlt. Ob wirklich, wie DEFFNER [3] vermutet, ein 100 m tiefer Einbruch auch bei der letzteren vorhanden ist, kann nur durch eine Kartierung auf Grund von Karten mit Höhenkurven wirklich entschieden werden. Bejahendenfalles könnte der Einbruch von Urach aber kein Kesselbruch sein, denn das würde sich auch ohne eine derartige topographische Karte erkennen lassen. Es könnte sich höchstens um einen Einbruch von unregelmässiger Umgrenzung handeln. Die Schwierigkeit des Erkennens liegt bei Urach eben darin, dass der angebliche Einbruch eine ganz gewaltige Ausdehnung

[1] s. später „Das Alter der vulkanischen Ausbrüche bei Urach".

[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1874. S. 172—174 und 1884. Bd. I. S. 76—78.

[3] Blatt Kirchheim, Begleitworte. S. 5.

besitzen würde, welche man gar nicht von einem Punkte aus zu überblicken vermag. Derselbe soll sich nämlich erstrecken über das verhältnismässig sehr grosse Gebiet, dessen Südgrenze verläuft zwischen der Münsinger Hardt im Osten und den östlich Erpfingen gelegenen Höhen im Westen, während es sich nordwärts bis an den Neckar erstrecken und bei Plochingen seinen tiefsten Punkt erreichen soll. Das ergäbe also ein Einsturzgebiet von etwa 20 km ostwestlicher und 35 km südwest-nordöstlicher Erstreckung, bei welcher Umgrenzung noch gar nicht einmal alle Ausbruchspunkte in dieses angebliche Senkungsgebiet fallen würden. Übrigens hat bereits, lange vor Deffner, Graf Mandelslohe in seinem Profile durch die Alb eine derartige Versenkung angedeutet[1].

In zweiter Linie zeigt sich ein Unterschied darin, dass wir im Ries nur eine einzige Aufbruchsstelle, wie Gümbel darthut, zu sehen haben. Wogegen das Gebiet des Hegau bereits durch eine Mehrheit, dasjenige von Urach dagegen durch eine erdrückende Vielheit von Aufbruchsstellen gekennzeichnet ist. Immerhin zeigt sich aber in dieser Beziehung doch noch eher eine Annäherung unseres Gebietes an dasjenige des Hegau wie an dasjenige des Ries.

Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass im Ries ganze Schollen des Urgebirges in die Höhe gehoben wurden, so dass sie jetzt neben dem Weiss-Jura zu Tage anstehen. Eine derartige Erscheinung fehlt bei der Vulkangruppe von Urach ebenso wie im Hegau. Auch in dieser negativen Eigenschaft zeigen letztere beide Gebiete also mehr Übereinstimmung.

Ferner sehen wir, dass die ausgeworfenen Stücke der Urgebirgsgesteine, welche im Tuffe liegen, im Ries scharfkantig sind, während sie bei der Gruppe von Urach wie auch im Hegau oft teils ein wenig kugelähnlich abgerundet, teils mit angeschliffenen Flächen erscheinen. Letztere Eigenschaften deuten darauf hin, dass die betreffenden Stücke in unserem Gebiete und im Hegau in höherem Masse Spielbälle der Auswurfskraft gewesen sind, als das im Ries der Fall war. Was sodann die ausgeworfenen Sedimentärgesteine anbetrifft, so sind im Ries ältere als Keuper gar nicht vorhanden. In der Gruppe von Urach dagegen finden sich, freilich seltene, Gesteine, welche dem Muschelkalk, sodann aller Wahrscheinlichkeit nach auch dem Buntsandstein und dem Rotliegenden zugeschrieben werden müssen. Ganz sicher findet sich Buntsandstein im Hegau.

[1] Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg. Stuttgart 1834. Taf. I fig. 1.

Des weiteren fehlen im Tuffe des Ries Augit, Olivin und andere den Basalt kennzeichnende Mineralien, während dieselben in den Tuffen unserer Gebiete und denjenigen des Hegau auftreten.

Damit im Zusammenhange steht ein abermaliger Unterschied. Im Ries finden wir nur trachytische Tuffe, in unserem Gebiete nur basaltische, im Hegau basaltische und phonolithische. Dazu von festen Eruptivgesteinen: Im Ries kein einziges[1]. In unserem Gebiete vorwiegend Melilith-, daneben aber auch Nephelin- (und Feldspath-)Basalte; aber alle spielen eine untergeordnete Rolle, an Zahl wie an Masse sind sie gering gegenüber den Tuffen; im Hegau dagegen nur Melilith-Basalte, dazu Phonolithe, aber nun nicht von untergeordneter Bedeutung, sondern zu mächtigen Bergen sich erhebend. Immerhin aber bilden doch unser Gebiet von Urach und dasjenige des Hegau zusammen das wichtigste Eruptivgebiet für Melilith-Basalte, wie STRENG hervorhebt.

Endlich und vor allem der Hauptunterschied, durch welchen unser Gebiet sich schroff gegen die beiden anderen, aber auch gegen die meisten Vulkangebiete der Erde überhaupt abhebt: Im Hegau echte Vulkanbildung über der Erdoberfläche, bei welcher es zwar nicht bis zum Ergusse von Lavaströmen kam, bei welcher jedoch die subaërisch ausgeworfenen Tuffe und die in ihnen erstarrten Kuchen von Basalt und Phonolith sich regelrecht der Erdoberfläche auflagerten. Auch im Ries regelrechte Auflagerung der Tuffe auf die Erdoberfläche; oder aber, da wo Einlagerung derselben stattfindet, doch keineswegs etwa eine primäre und dann in Ausbruchsröhren rundlichen Querschnittes, sondern eine sekundäre, indem nicht in Röhren, sondern in Spalten beim Ausbruche Tuffe von oben her hineinfielen bezw. eingespült wurden. In unserem Gebiete dagegen nur embryonale Vulkanbildung, Maare, bei welcher die Tuffe nur die Ausbruchskanäle erfüllen, bei welcher sie also in die Erdrinde in Gangform eingelagert sind, nicht derselben aufgelagert wurden.

Das vulkanische Gebiet von Urach.

Allgemeiner Überblick über dasselbe. Geschichtliches. Einteilung des Stoffes.

I. Beschreibung der einzelnen Tuff-Maare und Maar-Tuffgänge.

a) Die auf der Hochfläche der Alb gelegenen.

b) Die am Steilabfall der Alb gelegenen.

c) Die im Vorlande der Alb gelegenen.

---

[1] Das Wenneberg-Gestein ist ein alter Kersantit (s. S. 163).

II. Beschreibung der basalttuffartigen Gebilde.
III. Die Basalte.
IV. Beschreibung der 3 Basalt-Maare.
V. Beschreibung der anderen Basaltgänge.
   a) Basaltgänge ganz oder fast ohne Tuff.
   b) Die in den Maar-Tuffgängen aufsetzenden Basaltgänge.
   c) Fragliche Basaltgänge.
VI. Ehemalige heisse Quellen im vulkanischen Gebiete.

Tuff-Maare nenne ich diejenigen Maare, deren Ausbruchskanal bis zu ansehnlicher Tiefe hinab mit Tuffbreccie erfüllt ist.

Basalt-Maare sind dann diejenigen, deren Ausbruchskanal bis oben hin mit Basalt erfüllt ist, so dass hier der Tuff ganz fehlt.

Maar-Tuffgänge nenne ich diejenigen tufferfüllten Ausbruchskanäle meist rundlichen Querschnittes einstiger Maare, bei welchen der Maarkessel, und mehr oder weniger auch das obere Ende der Tuffsäule, bereits abgetragen sind.

Maar-Basaltgänge sind dann 1. die basalterfüllten Ausbruchskanäle meist rundlichen Querschnittes ehemaliger Maare, bei welchen in gleicher Weise Maarkessel und oberer Teil des Ganges bereits zerstört sind. 2. Die Basaltgänge, welche in den Maar-Tuffgängen aufsetzen. Die ersteren unterscheiden sich daher von den letzteren nur dadurch, dass bei 1. der Kanal nur von Basalt erfüllt ist, bei 2. von Tuff und Basalt. Es leuchtet ein, dass, je tiefer hinab wir im Gange dringen, desto mehr der Basalt vorherrschen muss, bis zuletzt nur noch Basalt und gar kein Tuff mehr die Röhre erfüllt (s. den Schluss von „Die Denudationsreihe der Maare"), so dass dann die Form 2 in die Form 1 übergeht.

Allgemeiner Überblick.

Halbwegs zwischen den beiden Vulkangebieten des Ries und des Hegau liegt in der weiteren Umgebung von Urach das vulkanische Gebiet, welches den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet. Dasselbe dehnt sich aus über einen Flächenraum von ungefähr 20 Quadratmeilen. Vom Gaisbühl im SW. bis zum Aichelberg im NO.; und von Apfelstetten im S. bis nach Scharnhausen bei Stuttgart im N. Auf diesem Gebiete findet sich an nicht weniger denn 121 verschiedenen Stellen vulkanischer Tuff. Wogegen an nur 12 bezw. 13 Orten zugleich mit dem Tuffe auch Basalt erscheint und letzterer ausserdem noch an 6 bezw. 7 Orten ohne Tuffbegleitung allein für sich auftritt.

Diese vulkanischen Gesteine erscheinen zum Teile oben auf der Alb, also im Gebiete des Weissen Jura. Zum anderen Teile aber treten sie auf in dem der Alb nördlich vorliegenden Landstriche, im Vorlande der Alb. Hier liegen sie im Gebiete des Braunen und Schwarzen Jura. An dem nördlichsten Punkte, bei Scharnhausen, sogar bereits in dem des Oberen Keupers. So ergeben sich 38 Vorkommen oben auf der Alb; 35 bezw. 36 am Steilabfalle derselben;

endlich 54 im Vorlande, welchen sich dann noch 5 weitere basalttuffartige Gebilde anreihen; im ganzen also 133 Vorkommen.

Mit diesem Gegensatze zwischen ihrem Auftreten oben auf der Alb und unten im Vorlande geht genau parallel ein Gegensatz in der äusseren Erscheinungsweise dieser vulkanischen Tuffmassen. Oben auf der Hochfläche der Alb ragen sie fast nirgends über das umgebende Gelände hervor. Sie liegen im Gegenteil entweder in derselben Ebene mit diesem, oder — und das ist die Regel — sie sind in dieselbe etwas eingesenkt, finden sich also am Boden von Vertiefungen, welche in die Hochfläche eingesenkt sind. Sehr häufig sind sie hier unter der Ackerkrume verborgen; hier und da liegen unter dieser auch noch Süsswassergebilde über dem Tuff. Es handelt sich eben um Maare, in deren Kesseln sich über dem Tuff noch Süsswasserbildungen abgesetzt haben können.

Umgekehrt erscheinen unsere Tuffe im nördlichen Vorlande der Alb fast immer in Gestalt höherer oder niedrigerer Berge, welche meistens die für vulkanische Gesteine so kennzeichnende Kegelform besitzen, jedoch hierbei bisweilen ein wenig langgestreckt, wulstförmig sind. Diese weithin kenntlichen Kegel werden im Lande als „Bühle" bezeichnet; und, wenn sie kleiner sind, im Diminutiv als „Bölle" [1]. Namentlich die am weitesten gegen Norden vorgeschobenen dieser vulkanischen Massen sinken zu solchen kleinen Böllen hinab; ja, es giebt hier deren einzelne, welche gar nicht über die Erdoberfläche emporragen. Der Regel nach besteht nun aber solch ein Bühl oder Kegelberg keineswegs etwa ganz aus Tuff. Vielmehr pflegt nur die Spitze bezw. der obere Teil des Kegels durch vulkanisches Gestein gebildet zu sein; der untere Teil dagegen durch Braun-Jura oder Lias-Schichten.

Bei solchem Gegensatze in der äusseren Erscheinungsweise muss mit Notwendigkeit der Beobachter anfänglich auch zu entgegengesetzten Vorstellungen über die Entstehungsweise dieser zahlreichen vulkanischen Punkte gelangen, je nachdem derselbe von N. oder von S. her bei der Untersuchung seinen Weg nimmt. Wer von N. her unser vulkanisches Gebiet betritt, und nun zuerst bei Scharnhausen nahe Stuttgart, dann auf dem rechten Neckarufer die dem Flusse nähergelegenen Punkte beobachtet, welche z. T. ganz eingeebnet sind, z. T. nur als kleine Bölle emporragen — der wird ohne weiteres alle diese zahlreichen Vorkommen vulkanischen Tuffes als

[1] Der Ausdruck lautet auch in der Singularform „das Bölle".

Erosionsreste auffassen, als übrig gebliebene Fetzen einer einstigen, über diese Gegenden ausgebreiteten, weiten Tuffdecke. Er wird also glauben, eine ganz gewöhnliche, dem Geologen alltägliche Erscheinung zu sehen, und es kaum der Mühe wert halten, derselben weiter nachzuforschen und bis zur Alb vorzudringen.

Ganz anders aber derjenige, welcher von der Alb her seine Beobachtungen beginnt; welcher auf deren Hochfläche die kesselförmigen, mit Tuff erfüllten Maare sieht, und nun an dem fast senkrecht abfallenden Steilrande der Alb vor den herrlichen Anschnitten dieser Maare und ihrer in die Tiefe niedersetzenden Kanäle steht, die mit genau demselben eigenartig beschaffenen Tuffe erfüllt sind, welchen er weiter im Norden, im Vorlande der Alb, in Gestalt von Bühlen, Böllen oder eingeebneten Vorkommen findet. Wenn dieser Beobachter mit der am Steilrande gewonnenen Erkenntnis von dem Dasein dieser ganz merkwürdigen Tuffgangröhren nun in das Vorland der Alb herniedersteigt, und jetzt die dortigen aus Tuff bestehenden Berge und Hügel erblickt, so wird ihn von Anfang an die Vorstellung von der Einheit all dieser Erscheinungen beherrschen. Die hochaufragenden Bühle, die kleinen Bölle, selbst die eingeebneten Stellen im Vorlande, er wird geneigt sein, sie gleichfalls nur für in die Tiefe niedersetzende Tuffgänge anzusehen, deren Köpfe aus ihrer Jurahülle herausgeschält und dann mehr und mehr wieder abgetragen wurden.

Freilich von der Vorstellung, dem Glauben, dass dem so sei, bis zu der festen Überzeugung, dass dem wirklich so ist, liegt ein weiter und an Zweifeln reicher Weg. Warum sollte auch nicht beides möglich sein, warum sollte denn nicht nur ein Teil der im Vorlande der Alb gelegenen zahlreichen Tuffmassen wirklich Gänge, also eingelagerte Massen, ein anderer Teil aber Erosionsreste einer einstigen Tuffdecke, also aufgelagerte Massen bilden? Oder warum sollten hier nicht auch echte Vulkane gewesen sein, welche zwar nicht Lavaströme erzeugten, wohl aber Aschenkegel auf der Erdoberfläche aufschütteten, die uns heute als Bühle anschauen?

Zuvörderst ist gar kein Grund vorhanden, dass dem nicht auch so sein könnte. Warnt doch auch QUENSTEDT vor der Auffassung, „als läge unter jedem (Tuff) Buckel ein Ausbruchsloch“ [1]. Stellt sie doch MÖHL offenbar als aufgeschüttete Aschenkegel echter Vulkane hin, wenn er [2] von unsern Tuffen sagt: „Hier existieren noch die

---

[1] Geologische Ausflüge in Schwaben. 2. Aufl. S. 89.

[2] 19.—22. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Kassel. 1876. S. 20.

Eruptionsaschenkegel mit Basaltgängen" und[1] „Der überwiegend grösste Teil (der Tuffe bei Urach) zeigt nur Aufschüttungsaschenmassen". Sehen wir doch endlich in dem analogen (s. später) schottischen Vulkangebiete, dass nur ein Teil der Tuffkegel aus Gängen besteht, ein anderer aber aus Erosionsresten einer aufgelagerten Tuffdecke.

Freilich haben schon vor langen Jahren SCHWARZ, BOUÉ und GUTBERLET (s. unten: „Geschichtliches") die Gangnatur einzelner dieser Tuffvorkommen erkannt. Und später hat dann DEFFNER mit treffendem Taktgefühl alle diese Bühle und Bölle als Tuffgänge angesprochen[2], indem er den Analogieschluss machte von den am Steilrand der Alb angeschnittenen Tuffgängen auf diese Bühle.

Aber das Taktgefühl kann uns in wissenschaftlichen Dingen sehr irreführen; jedenfalls ist es zum mindesten kein Beweis, welcher andere, der Sache Fernerstehende, zwingend zu überzeugen vermag. Zumal gegenüber einer Erscheinung von solcher Seltenheit auf Erden, aus diesem Grunde also von solcher wissenschaftlichen Bedeutung, bedarf es direkter Beweise in jedem der zahlreichen Einzelfälle. Auch musste erst die Art und Weise der Entstehung dieser „rätselhaften" Bildungen, wie SCHÜBLER, QUENSTEDT und DEFFNER sie bezeichneten, erklärt, ihre Bedeutung als Reste einstiger Maare hingestellt und ihre Vergleichung mit anderen Gebieten durchgeführt werden.

So war denn für mich mit meinem Glauben und der persönlichen Überzeugung, dass wirklich überall nur Gänge vorlägen, noch nichts entschieden. Ein jeder Punkt musste sorgfältig auf seine Lagerungs- und sonstigen Verhältnisse hin untersucht werden, um diese Frage zu entscheiden. Die Beschreibung eines jeden einzelnen Punktes musste daher eine kleine selbständige und durch eine Profilzeichnung unterstützte Arbeit bilden, in welcher die Verhältnisse dargelegt und die Frage für ihn allein beantwortet wurde. Wiederholungen waren hierbei unvermeidlich.

Daher erklärt es sich, dass die vorliegende Abhandlung einen Umfang gewann, welchen ich bei Beginn derselben nicht ahnen konnte. War das bei dem ersten Teile derselben der Fall, welcher die Untersuchung und Beschreibung der einzelnen Tuffvorkommen enthält, so trat dasselbe abermals ein bei dem zweiten Teile. Hier galt es, die Entstehungsweise unserer merkwürdigen Tuffmassen

[1] Diese Jahresh. 1874. S. 241.
[2] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 19 pp.

klarzulegen und die Fragen zu entscheiden, ob Wasser oder Eis bei ihrer Bildung mit im Spiele waren; und das liess sich wieder ohne die Beantwortung von Hilfsfragen nicht bewerkstelligen.

Bevor wir unser Gebiet von Urach in jeder einzelnen seiner 128 vulkanischen Aufbruchsstellen kennen lernen, wollen wir eine kurze geschichtliche Einleitung geben.

Geschichtliches über das vulkanische Gebiet von Urach.

Schon im vorigen Jahrhundert hat Rösler[1] über unsere Basalte geschrieben und dem einen Aufsatz von Bergrat Wiedenmann[2] beigefügt. Im Jahre 1802 entdeckte der kurfürstliche Forstgeometer Nördlinger den Basalt des Sternberges[3].

Ausführlichere Nachrichten aber, namentlich auch über unsere eigenartigen Tuffe, haben wir erst in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts erhalten.

Im Jahre 1824 finden wir einen Aufsatz von Boué[4], in welchem uns bereits eine Anzahl vulkanischer Punkte, bei Urach, Hohenwittlingen, Owen, Gächingen, Geisingen und den Eisenrüttel namhaft gemacht wird. Auch die vulkanischen Erscheinungen im Ries bei Nördlingen waren ihm bekannt. Von den Tuffen auf der Alb sagt er: „Diese Gesteine trennen sich zum Teil in kugelige und eckige Massen, zum Teil in unregelmässige Schichten, und sie scheinen Gangräume oder Spalten, die kurz, aber oft ziemlich weit sind, auszufüllen. Es ist sehr schwer, sie lange zu verfolgen; oft sieht man bloss Haufen von tuffartigem Stoff, bedeckt mit Thon und Dammerde, und die Stelle, wo sie sich an den Jurakalk anschliessen, ist verborgen.“ Mit diesen Worten ist sehr treffend bereits das Verhalten der Tuffe gekennzeichnet.

Eine Erweiterung der Kenntnis dieser vulkanischen Gegend haben wir aber im selben Jahre Schübler[5] zu danken, indem der-

[1] Beiträge zur Naturg. des Herzogthums Wirtemberg. 1790. Heft 2. S. 214.

[2] Zusatz zu S. 216. Heft II. S. 63—68.

[3] Denkschriften der vaterl. Ges. d. Ärzte u. Naturf. Schwabens. Bd. I. Tübingen 1805.

[4] Note sur les dépôts tertiaires et basaltiques de la partie du Wirtemberg et de la Bavière, au nord du Danube. Annales des sciences naturelles. Paris 1824. Mai. Durch Schübler übersetzt ins Deutsche findet sich der Aufsatz im Korrespondenzblatt des württemb. landwirtsch. Vereins. 1826. Bd. IX. S. 38—46.

[5] Der Karfenbühl bei Dettingen unter Urach, ein Basalttuff-Felsen von magnetischer Polarität. Württembergische Jahrbücher f. vaterl. Geschichte, Geographie, Statistik und Topographie. Herausgegeben von Memminger. 1824.

selbe 19 verschiedene Vorkommen aufzählt. Auch SCHÜBLER hob das Eigenartige der Lagerungsweise dieser vulkanischen Massen hervor: Teils liegen sie, so sagt er, in gangartigen Spalten des Jurakalkes, teils bedecken sie den Abhang der Berge, „aus welchen sie seitwärts herausgebrochen zu sein scheinen"; zuweilen bilden sie einzeln kegelförmige Berge, nicht selten aber bedecken sie auch als formloser Schutt nur die Oberfläche, ohne dass sich ein bestimmtes Lagerungsverhältnis zu den angrenzenden Schichten erkennen lässt. Der Tuff hat oft das Aussehen, als wenn es sich um eine breiartig erweicht gewesene Masse handle, in welcher die zahlreichen Bruchstücke verschiedener Gebirgsarten fortgeführt worden wären. SCHÜBLER warf den Gedanken hin, ob nicht auch ein Teil der im Albkörper bereits vorhandenen Höhlen sich bei den Ausbrüchen mit Tuff angefüllt haben könne, während ein anderer Teil in Spalten und Hohlräumen zur Ablagerung kam, welche sich erst im Gefolge des Vulkanismus bildeten.

Nachdem SCHÜBLER 1824 bereits 22 vulkanische Punkte kennen gelehrt hatte, gab er 1830 abermals Kunde von der Entdeckung 11 weiterer[1]. Dann finden sich bei SCHWARZ[2] 1832 Mitteilungen über unser vulkanisches Gebiet. Auf S. 123 erwähnt er desselben als einer Gruppe erloschener Vulkane, von welchen der Sternberg noch den Krater aufweise. Auf S. 147—150 findet sich die richtige Erkenntnis ausgesprochen, dass die Tuffe Spaltenausfüllungen bilden.

Im Jahre 1834 erschien dann vom Grafen VON MANDELSLOH eine Arbeit über den Aufbau der Alb. Auf dem derselben beigefügten Profile findet sich eine ganze Anzahl vulkanischer Punkte in unserem Gebiete eingetragen. Einen höchst eigentümlichen Eindruck macht

---

Stuttgart und Tübingen. Heft I. S. 163—170. — Ferner in Leonhard, Zeitschr. f. Mineralogie. 1825. Teil I. S. 154—156, 235—236. — Sodann Über die Höhlen der Würtembergischen Alb, in Verbindung mit Beobachtungen über die Basaltformation dieser Gebirgskette. Ebenda S. 328—386. — Im „Hesperus". 1825. No. 191 u. 192 S. 762—763, 767—768 erschien ebenfalls von Schübler ein Aufsatz über die Basalte und Tuffe der schwäbischen Alb. — Auch in dem naturhistorischen Anhang zu Gustav Schwab, Die Neckarseite der schwäbischen Alb. Stuttgart 1823. S. 303, wird der Basalte durch Schübler Erwähnung gethan.

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. von Leonhard. 1830. Jahrg. 1. S. 78—79.

[2] Reine natürliche Geographie von Württemberg, erläutert an einem geographisch-geognostischen Durchschnitte durch das ganze Land. Stuttgart bei Ebner, 1832..

es, dass diese Arbeit, obgleich vorgetragen auf der Versammlung Deutscher Naturforscher in Stuttgart, doch in französischer Sprache geschrieben ist[1]. Gott sei Dank ein Zeichen einer vergangenen Zeit.

Nur kurz giebt auch HEHL[2] einige Nachrichten über vulkanische Gesteine und Punkte der Gruppe von Urach.

Eine ausführlichere Untersuchung unseres vulkanischen Gebietes erfolgte indessen erst mit der geologischen Landesaufnahme Württembergs, deren erstes Blatt, Tübingen, 1865 erschien. Dieses enthielt bereits einzelne vulkanische Punkte, nämlich die am meisten westlich gelegenen unseres Gebietes. Die beiden nach Osten hin anschliessenden Blätter — Urach, erschienen 1869, und Blaubeuren, erschienen 1872 — förderten dann eine grosse Anzahl neuer, meist oben auf der Alb gelegener vulkanischer Stellen zu Tage. Diesen ging jedoch voraus im Jahre 1867 das Blatt Göppingen, den äussersten Osten unseres vulkanischen Gebietes umfassend. Alle diese Blätter sind von J. HILDENBRAND aufgenommen unter Kontrolle von QUENSTEDT. Dieser letztere verfasste die Begleitworte und spricht hierbei über die vulkanischen Punkte[3]. Auch[4] in den beiden 1861 und 1864 erschienenen, untenstehenden Werken giebt QUENSTEDT Nachricht von denselben.

Zu jenen 4 Blättern der Karte, auf welchen vulkanische Erscheinungen auftreten, gesellt sich noch ein fünftes, Kirchheim unter Teck. Dieses wurde durch DEFFNER aufgenommen und 1872 vollendet. Hier findet sich eine grosse Anzahl vulkanischer Punkte, welche zum überwiegend grössten Teile im Vorlande der Alb liegen. DEFFNER hat am ausführlichsten und mit ausgesprochener Liebe über diese interessanten Erscheinungen geschrieben und seine trefflichen Beobachtungen in den Begleitworten zu Blatt Kirchheim u. T., S. 19—42, niedergelegt. Die Granite in den Tuffen behandelte er in einem besonderen kleinen Aufsatze[5].

Von einzelnen Vorkommen ist später das Randecker Maar durch

---

[1] Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg; avec des profiles de cette chaîne. Lu à la réunion des naturalistes allemands à Stuttgart, au mois de Novembre 1834.

[2] Die geognostischen Verhältnisse Württembergs. Stuttgart 1850. S. 11—14.

[3] Blatt Tübingen. S. 15; Blatt Urach. S. 11—17; Blatt Göppingen. S. 14—15; Blatt Blaubeuren S. 17.

[4] Epochen der Natur. S. 177, und in Geologische Ausflüge in Schwaben. S. 84—89.

[5] Diese Jahresh. 1873. Bd. XXIX. S. 121—130.

Endriss beschrieben worden[1]. Sodann durch Branco der Basalttuffgang bei Scharnhausen[2] und einige andere neue Punkte[3]. Ausser den im vorhergehenden genannten Arbeiten finden sich ferner kurze Bemerkungen über unsere vulkanischen Erscheinungen auch in den Oberamtsbeschreibungen. So in der Beschreibung des OA. Reutlingen 1893 S. 39 und 40; ferner in derjenigen des OA. Nürtingen 1848 S. 30—33. Sodann aus dem Jahre 1842 in der Beschreibung des OA. Kirchheim u. T. S. 34—35. Des weiteren von 1831 in der des OA. Urach S. 39—40. Endlich von 1825 in der des OA. Münsingen S. 51. Ganz kurze Erwähnung findet unser vulkanisches Gebiet auch in dem, gleichfalls von dem statistischen Landesamte herausgegebenen Werke „Das Königreich Württemberg“ 1882 Bd. I S. 391. Gleiches findet statt in den Werken von O. Fraas, „Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern“, S. 62, und Engel, „Geognostischer Wegweiser durch Württemberg“, S. 11 u. 247.

Die mikroskopische Beschaffenheit einzelner Tuffe und Basalte unseres Gebietes ist gleichfalls in mehreren Arbeiten teils berührt, teils ausführlicher besprochen worden.

Penck, Anger und Endriss haben eine Anzahl unserer Tuffe untersucht[4].

Zirkel[5] untersuchte mehrere unserer Basalte, die sich jedoch z. T. nicht mehr gut identifizieren lassen, da ihm auch Stücke mit nicht genauer Fundortsangabe zugingen.

Zahlreichere Basalte unseres Gebietes hat Möhl mikroskopisch untersucht[6].

Auch Stelzner[7] untersuchte mikroskopisch einige unserer

---

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. Bd. XXXXI. S. 83—126.

[2] Universitätsprogramm der Universität Tübingen. 1892. 68 S. 1 Karte.

[3] Neue Beobachtungen über die Natur der vulkanischen Tuffgänge in der schwäbischen Alb und ihrem nördlichen Vorlande. Diese Jahresh. 1893. S. 1.

[4] Über Palagonit- und Basalttuffe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1879. Bd. XXXI. S. 504—577. — Tschermak's min. Mittheilungen 1875. S. 169. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. Bd. XLI. S. 103 und Anm. 2, S. 116.

[5] Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung der Basaltgesteine. 1870.

[6] Diese Jahresh. Bd. XXX. 1874. S. 238 und Neues Jahrbuch f. Min. Geol. u. Pal. 1874. S. 926. Taf. 11 fig. 9a.

[7] Über Melilith und Melilith-Basalte. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. II. 1883. S. 383, 384, 399, 400.

Basalte. Ebenso haben dann E. FRAAS[1] und ENDRISS[2] den Basalt vom Gaisbühl und bei Grabenstetten mikroskopisch untersucht.

Einteilung des Stoffes.

Bei der grossen Anzahl der in unserem Gebiete auftretenden vulkanischen Ausbruchsstellen, welche sich auf 127 beläuft, ergab sich die Notwendigkeit, dieselben in irgend einer bestimmten Weise zu gruppieren, um die ungefügige Masse in einzelne Abteilungen zu gliedern.

Es würde vielleicht dem Fernerstehenden als eine natürliche Forderung erscheinen, dass alle auf einer und derselben Spalte liegenden Ausbruchspunkte zu je einer Gruppe zusammenzufassen wären. In der That würde auf solche Weise ein innerer Zusammenhang dieser Bildungen sich ergeben. Allein, ein solcher lässt sich erstens in unserem Gebiete nicht erweisen. Es ist natürlich sehr leicht, unter einer so bedeutenden Zahl von Punkten je mehrere derselben durch gerade Linien zu verbinden und dann zu sagen, sie lägen auf einer Spalte. Aber eine solche Behauptung hätte gar keinen Wert, wenn nicht auch das Dasein dieser Spalte durch die Lagerungsverhältnisse erwiesen würde. Das ist nun durchaus nicht möglich gewesen. Ja es scheint, und das ist der zweite Grund, als wenn derartig lange Spalten bei uns gar nicht beständen. Sie sind vielleicht in grösserer Tiefe vorhanden, machen sich aber nicht bis an die Erdoberfläche hin geltend. So dass es sich denn um eine grosse Zahl selbständiger, von einander ganz unabhängiger, röhrenförmiger Durchbohrungen der Erdrinde, wenigstens in deren oberen Schichten, handelt. (S. später: „Sind die 127 Durchbruchskanäle selbständige Durchbohrungen?")

So erschien denn als passendster Einteilungsgrund das Mass der Abtragung, welche die einzelnen Vorkommen bisher erlitten haben; und dies um so mehr, als die in solcher Art aufgestellten Gruppen erklärlicherweise auch eine geographische Zusammengehörigkeit besitzen. Auf solche Weise ergiebt sich die folgende Dreiteilung des Stoffes:

I. Die auf der Hochfläche der Alb gelegenen 3 Basalt- und 35 Tuff-Maare. No. 1—38. Hier zeigt sich vorerst noch das geringste Mass von Abtragung; daher sind die Aufschlüsse nur

---

[1] s. diese Jahresh. 1893. Bd. XLIX. Sonderabdruck S. 8. Anm.

[2] Bericht üb. d. 26. Versammlung d. oberrhein. geol. Vereins. 1893. 6 S.

mangelhafte. Anderseits hat aber die Abtragung doch schon lange genug gewährt, um auch die äussere Erscheinungsweise der Maarkessel mehr oder weniger zu verändern und zu verwischen. So bieten die hierher gehörigen Vorkommen im allgemeinen am wenigsten Bemerkenswertes. Ich beginne mit den im O. gelegenen und gehe von da nach W. Atlasblätter Blaubeuren, Urach, Kirchheim, 38 vulkanische Punkte.

II. Die 32 am Steilabfalle der Alb aufgeschlossenen Tuff-Maare und die tufferfüllten, in die Tiefe niedersetzenden Ausbruchskanäle derselben. No. 39—70. Im Gegensatze zu jenen sind die in diesem Gebiete liegenden Aufschlüsse vorzüglich und höchst bemerkenswert. Die weitere Gliederung der grossen hierher gehörigen Gruppe ergiebt sich in der folgenden Weise: Der Rand der Alb verläuft in ideeller Linie von SW. nach NO. In diesen Rand ist, ungefähr rechtwinkelig, eine Anzahl von Wasserläufen eingeschnitten, welche alle in ideeller Linie im SO. auf- bezw. an der Alb entspringen und nach NW. in den Neckar fliessen. Durch diese wird der NW.-Rand der Alb in eine Anzahl von Halbinseln zerfasert, welche nach N. vorspringen. Auch hier beginnen wir bei der östlichsten Halbinsel; fangen auch bei der Besprechung der einzelnen Punkte stets im SO. einer jeden Halbinsel an und gehen dann um die Nordspitze derselben herum und von da nach SW. Wir haben daher hier die folgende Gliederung:

O.

IIa. Die 8 am Steilrande der Randecker Halbinsel, zwischen Lindach und Lauter, aufgeschlossenen Maar-Tuffgänge. No. 39—46.

IIb. Die 17 am Steilrande der Erkenbrechtsweiler Halbinsel, zwischen Lauter und Erms, aufgeschlossenen Maar-Tuffgänge. No. 47—63.

IIc. Die 7 am Steilrande der St. Johann-Halbinsel, zwischen Erms und Echaz, aufgeschlossenen Maar-Tuffgänge. No. 64—70.

↓

W.

III. Die 54 im Vorlande der Alb auftretenden Maar-Tuffgänge. Die Aufschlüsse sind hier wieder weniger gut, zum Teil ganz mangelhaft. Demnach liess sich bei einem Teile derselben durch Untersuchung der Lagerungsverhältnisse, bei einem anderen durch Bohrungen, der Nachweis von der Gangnatur der Tuffe erbringen. Auch hier wieder beginnen wir im O. und gehen von da nach W. Da sich hier noch eine weitere Zahl von Wasserläufen einschaltet, so wird das Gelände, statt jener drei Abtei-

lungen, in 7 geteilt. Auf solche Weise ergeben sich die folgenden Gruppen:

A. Auf dem rechten Neckarufer.

O.
- III a. Das zwischen dem Butzbach und der Lindach gelegene Gebiet mit 6 vulkanischen Punkten. No. 71—76. Blätter Göppingen und Kirchheim u. T.
- III b. Das zwischen der Lindach und der Kirchheimer Lauter gelegene Gebiet mit 11 vulkanischen Punkten. No. 77—87. Blatt Kirchheim u. T.
- III c. Das zwischen der Kirchheimer Lauter und dem Tiefenbach gelegene Gebiet mit 5 vulkanischen Punkten. No. 88—92. Blatt Kirchheim u. T.
- III d. Das zwischen dem Tiefenbach und der Steinach gelegene Gebiet mit 4 vulkanischen Punkten. No. 93—96. Blatt Kirchheim u. T.
- III e. Das zwischen der Steinach und der Erms gelegene Gebiet mit 22 vulkanischen Punkten. No. 97—118. Blatt Kirchheim u. T.
- III f. Das zwischen der Erms und der Echaz gelegene Gebiet mit 2 vulkanischen Punkten. No. 119—120. Blatt Urach.
- III g. Das zwischen der Echaz und der Wiesaz gelegene Gebiet mit 3 vulkanischen Punkten. No. 121—123. Blatt Tübingen.

W.

B. Auf dem linken Neckarufer.

- III h. Das vereinzelt im N. gelegene Vorkommen bei Scharnhausen südöstlich von Stuttgart. No. 124. Blatt Kirchheim u. T.

Beschreibung der einzelnen Tuff-Maare und Maar-Tuffgänge.

I. Die 35 auf der Hochfläche der Alb gelegenen Tuff-Maare und 3 Basalt-Maare.

Fast ausnahmslos kommt allen, oben auf der Hochfläche der Alb gelegenen Maaren ein höchst unscheinbares Äussere zu; eine Eigenschaft, durch welche sich dieselben von typischen Maaren anderer Gegenden unvorteilhaft unterscheiden. Ich werde später auseinandersetzen, dass diese Abweichung von dem Typischen mindestens zum Teil durch das verhältnismässig hohe Alter unserer Maare bedingt ist. Infolge dieses letzteren hat die bereits seit langen

Zeiten wirkende Erosion den unserigen gegenüber anderen, jüngeren nicht nur den einzigartigen Vorzug des Aufschlusses der in die Tiefe hinabsetzenden Kanäle verliehen; sondern zugleich auch den Nachteil, dass die äussere Umwallung der Mündungen der Maare an der Erdoberfläche, die schöne regelmässige Kesselform, bereits mehr oder weniger angefressen, eingeschnitten oder gar völlig abgetragen worden ist. Auf solche Weise ist die für typische Maare so kennzeichnende kessel- oder trichterförmige Vertiefung auf der Alb häufig gar nicht mehr erhalten, weil das Loch eingeebnet wurde, oder sie hat doch einen unregelmässigen Umriss erlangt.

Wer diese in vielen Fällen gänzliche Zerstörung der äusseren, typischen Maargestalt, des Maarkessels, nicht kennt oder berücksichtigt, wer vielmehr an unsere Maare auf der Hochfläche der Alb herantritt mit der vorgefassten Meinung, dass ein Maar immer leicht an seinem Trichter erkennbar, d. h. jung sein müsse, der wird natürlich einen grossen Teil der in diesem ersten Abschnitte als „Maare" beschriebenen Tuffvorkommen gar nicht als Maare gelten lassen wollen.

Es wird nun aber in dieser Arbeit gezeigt werden, dass eine solche vorgefasste Meinung eine falsche sein würde. Wie ein jeder Punkt der Erdoberfläche, so verändert natürlich auch ein Maar im Laufe der Zeiten durch die Erosion seine Gestalt, bis zuletzt der Explosionstrichter ganz verschwindet. Damit aber hört das Maar nicht auf, ein solches zu sein; denn der Trichter ist nur etwas Äusserliches. Das Wesentliche des Maares liegt vielmehr darin, dass es ein bereits in dem embryonalen Entwickelungszustande erloschener Vulkan ist.

Dass aber die hier durchgeführte Auffassung aller unserer Tuffvorkommen als Maare, auch wenn sie eine ganz ebene Bodengestaltung besitzen, eine richtige ist, das geht mit zweifelloser Sicherheit z. B. aus dem Verhalten des Maares von Sirchingen (No. 23) hervor. Nicht die Spur einer Kesselbildung ist hier mehr vorhanden. Aber die über dem Tuff erbohrten tertiären Süsswasserschichten beweisen unwiderleglich, dass hier einst ein Süsswasserbecken, also ein Maar vorhanden war; denn ohne den Kessel desselben hätte sich ja das Wasser nicht zu einem See ansammeln können.

Indem wir nun auf der Hochfläche der Alb sämtliche Übergänge von dem noch typischen Maartrichter (Randecker Maar) bis zu völlig eingeebneten, abrasierten, verschwundenen Trichtern bezw. Kesseln besitzen, ergiebt sich die völlige Unmöglichkeit, dem

einen Teil derselben noch den Namen „Maar“ zu belassen, dem anderen aber zu verweigern. Wo sollte man die Grenze ziehen? Ich benenne daher alle diese Vorkommen auf der Hochfläche der Alb mit diesem Namen; gleichviel ob ihr Kessel noch typisch, frisch erhalten, ob er zerfressen, ob er ganz abrasiert ist.

Anders dagegen die an dem Steilabfalle der Alb und in dem Vorlande der letzteren auftretenden Tuffmassen. In allen diesen liegt uns bereits die in der verschiedensten Weise angeschnittene und aufgeschlossene Tuff-Ausfüllungsmasse der in die Tiefe niedersetzenden Ausbruchskanäle unserer Maare vor. Hier rede ich daher nicht mehr von Maaren, sondern von Maar-Tuffgängen.

Da sich, ganz wie in anderen Maargebieten, auf dem Boden auch unserer Maarkessel Wasser ansammelte, so findet sich der den Grund des Kessels bildende Tuff hier und da bedeckt durch die Absätze dieser Seen. Die in den betreffenden Süsswasserschichten gefundenen Versteinerungen beweisen das mittelmiocäne Alter derselben. Jetzt zeigt sich nirgends mehr ein Wasserbecken auf dem Grunde eines unserer Albmaare. Ausser diesen Süsswasserschichten findet sich aber auch bisweilen noch Schutt und Thon von jüngerem geologischem Alter auf dem Tuffe: das Ergebnis der Einebnung der Trichterwandung.

Durch diese beiden Umstände wurde der Tuff nicht selten mit fremden Gesteinsmassen bedeckt und verhüllt, so dass sich sein Dasein dann nur durch die, auf der meist so wasserarmen Alb stets auffallende Wasserführung dieser Tuffstellen verrät. Infolge letzterer Eigenschaft siedelten sich an diesen Orten vielfach die Menschen an. Auf bezw. in der Mehrzahl der Maare finden wir daher ein Dorf, dessen Gebäude und Strassen nun abermals dazu beitragen, den Tuff zu verhüllen und den Überblick über die jedesmalige Bildung zu erschweren. So konnte man sich von dem Vorhandensein des Tuffes oft nur durch Brunnengrabungen überzeugen. Es ist infolgedessen erklärlich, dass in vielen oder gar den meisten Fällen die räumliche Ausdehnung der betreffenden Tuffflecke auf der Alb durch die geologische Karte von Württemberg nicht in genau richtiger Umgrenzung wiedergegeben wird. Man hat im allgemeinen — es handelt sich wesentlich um die von Quenstedt aufgenommenen Blätter Urach und Blaubeuren — rundliche Tuffflecke eingezeichnet, welchen meist eine der Grösse des Dorfes auf der Karte entsprechende Ausdehnung gegeben wurde. Eine genaue richtige Darstellung der Umgrenzung dieser Flecke, so wünschenswert eine solche auch wäre,

würde von mir einen unverhältnismässigen Zeitaufwand erfordert haben, würde auch z. T. ohne Bohrungen überhaupt nicht ausführbar gewesen sein.

Ich habe daher in der beiliegenden Karte diesen auf der Hochfläche der Alb gelegenen Tuffflecken gegenüber fast auf jede kartographische Verbesserung Verzicht geleistet und dieselben ebenso wiedergegeben, wie sie auf den Blättern Urach und Blaubeuren dargestellt sind.

Aus dem oben Ausgeführten geht hervor, dass sich über viele dieser oben auf der Alb gelegenen Maare nicht viel sagen lässt.

Ganz anders verhalten sich dagegen diejenigen Maare, welche hart am Steilabfalle der Alb liegen. Hier sind die in die Tiefe niedersetzenden, mit Tuff erfüllten Kanäle derselben vorzüglich aufgeschlossen, wie wir das wohl sonst nirgends wiederfinden. Der Maarkessel dagegen ist auch hier meist zerstört. Eine ungemein lehrreiche Ausnahme von dieser Regel bildet jedoch das Maar von Randeck oder Ochsenwang No. 39. Bei diesem ist nicht nur der Kessel erhalten, sondern auch der in die Tiefe hinabführende Kanal durch den Steilabfall angeschnitten und auf solche Weise seine aus Tuff und Basalt bestehende Füllmasse aufgeschlossen. Es ist hier aber auch drittens die Überlagerung dieser Füllmasse durch die Süsswasserschichten zu beobachten, welche in dem zu tertiärer Zeit in einen See verwandelten Kessel abgesetzt wurden.

Auf solche Weise liefert uns das Randecker Maar den Schlüssel zu der Erkenntnis aller übrigen Tuffbildungen unseres Gebietes. Ich beginne bei der Schilderung der einzelnen Punkte im O. unseres Gebietes und gehe von da nach W.

Ia. Die auf der Hochfläche des Blattes Blaubeuren gelegenen Maare.

1. Das Tuff-Maar von Laichingen.

Die langen Zeiträume, welche seit der Entstehung dieses Maares verstrichen sind, haben die äussere Erscheinungsweise desselben zum grössten Teile verwischt. Von dem einstigen Kessel, welcher sich hier befunden haben mag, ist wohl nur noch im W. eine Andeutung oder ein Rest erhalten. Wer aus dieser Himmelsrichtung, also von Feldstetten her, sich dem Dorfe Laichingen nähert, steigt zunächst, bei Betreten desselben, bergab. Hier senkt sich also der Weisse Jura ε in die Tiefe hinab, und hier lässt sich wohl der Rand des einstigen Kessels noch erkennen, denn an dieser Stelle hat man vulkanischen Tuff mit Versteinerungen erbohrt.

Von anstehendem Tuffe ist in Laichingen gar nichts zu sehen. Es wird das aber sehr erklärlich dadurch, dass sich auf dem Boden dieses Maares einst in tertiärer Zeit ein Süsswasserbecken befand, dessen Absätze den Tuff überdeckten und ihrerseits wieder von herabgespülten Massen überlagert wurden. Allein schon dieses frühere Dasein einer Wasseransammlung zu tertiärer Zeit mitten im Gebiete des damals sicher auch bereits wasserarmen Weiss-Jura ε spricht für das Auftreten vulkanischen Tuffes in der Tiefe. Die gleiche Beweiskraft kommt der weiteren Thatsache zu, dass man auch heute im Dorfe durch Brunnen Wasser erlangen kann. Endlich aber hebt QUENSTEDT[1] hervor, dass in einer lehmigen Masse einzelne Blättchen schwarzen Glimmers, Körner von Magneteisen und zeisiggrüne Stückchen einer weichen, serpentinösen Substanz gefunden wurden, welche ohne Zweifel aus zersetztem Olivin hervorgegangen ist. „Auch war man beim Brunnenabteufen schon ganz oberflächlich darauf (d. h. auf den Tuff) gekommen.“ Auch Granitstücke fanden sich.

Es kann mithin keinem Zweifel unterliegen, dass bei Laichingen vulkanischer Tuff in der Tiefe vorhanden ist. Nun könnte ja freilich dieser Tufffleck lediglich ein Erosionsrest einer Decke sein, welche sich hier einst über die Alb ausgebreitet hatte. Es brauchte immerhin noch kein Maar vorzuliegen. Allein wir sahen, dass über dem Tuffe Süsswasserschichten auftreten, welche doch nur in einem entsprechenden Becken sich bilden konnten. Der Tuff muss also auf dem Boden eines früher einmal vorhanden gewesenen Maarkessels anstehen, d. h. er bildet die Füllmasse des in die Tiefe niedersetzenden Ausbruchskanales eines Maares.

Bereits die Betrachtung dieses ersten der hier geschilderten Maare zeigt, wie ausserordentlich verwischt die Züge derselben infolge ihres hohen Alters oben auf der Alb sein können. Wenn nicht vor 20 Jahren von dem jetzigen Direktor Herrn Dr. KOCH in Zwiefalten die aus einem Brunnen und dem Keller eines Hauses zu Tage geförderten Versteinerungen vom Acker aufgelesen worden wären, wüsste niemand etwas von dem Dasein des Tertiär an dieser Stelle. Nach freundlicher Mitteilung des genannten Herrn stand bezw. steht der Pumpbrunnen in einem Grasgarten nördlich der nach Feldstetten führenden Strasse; er gehört zu einem der oben an der „Staine“ (Strassennamen) gelegenen letzten Häuser Laichingens.

Höchst bemerkenswert ist das Vorkommen von Erbsensteinen

[1] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 18.

bei Laichingen, deren Kugeln denjenigen von Karlsbad nicht nachstehen; nur mit dem Umstande, dass sie nicht so dicht gedrängt aneinander liegen, da sie in eine Grundmasse eingebettet sind. Quenstedt fand Quarzkörner, kleine Granitstückchen und zu zeisiggrünem Serpentin verwitterten Olivin in den Erbsensteinkugeln eingeschlossen.

Die betreffende Örtlichkeit, von welcher diese Erbsensteine herrühren, befindet sich nun aber, ebenfalls nach freundlicher Mitteilung des Herrn Direktor Dr. Koch, ziemlich weit ab von dem oben erwähnten Pumpbrunnen, nämlich bei der eine Viertelstunde von Laichingen in nordöstlicher Richtung entfernten Ziegelhütte. Ob die Tuffablagerung im Dorfe sich bis zu dieser Stelle hinzieht, ist natürlich ohne Bohrungen nicht zu entscheiden. Nötig wäre eine solche Annahme nicht. Auch bei Böttingen (No. 2) trat die heisse Quelle nicht aus dem Tuff zu Tage, sondern lag von demselben getrennt. Ebenso könnte das hier sein, und die von den Kugeln eingeschlossenen kleinen Tuffkörnchen könnten, ohne dass der Tuff bei der Ziegelhütte anstand, durch Wind oder Wasser in die dortige heisse Quelle geführt worden sein.

2. Das Tuff-Maar von Böttingen.

In südöstlicher Richtung von Laichingen, etwa 13 km entfernt, finden sich bei und zwischen Böttingen und Magolsheim nahe beieinander drei vulkanische Punkte. Wir beginnen mit dem im Dorfe Böttingen gelegenen. Hier müssen dieselben thermalen Verhältnisse obgewaltet haben wie bei Laichingen, denn wir finden auch hier ähnliche Kalkabsätze heisser Quellen. Obgleich daher die Vorkommen No. 5, 6, 7 sich näher bei Laichingen befinden, werden wir doch die Besprechung von Böttingen und seinen benachbarten Vorkommen am besten sogleich hinter die von Laichingen anzureihen haben.

Das Dasein des Tuffes lässt sich hier leichter feststellen, denn er tritt deutlich zu Tage. Am östlichen Ende des Dorfes steht er in der Dorfstrasse an, auch sind die Häuser hier zum Teil im Tuff fundamentiert.

Orographisch stellt sich diese Örtlichkeit dar als ein ziemlich deutlich erkennbares kleines Becken, welches in den Weissen Jura ε eingesenkt und mit Tuff erfüllt ist. Es dürfte daher an der Eigenschaft als Maar kein Zweifel erhoben werden.

Ganz nahe diesem Maare, doch ohne direkte Berührung mit demselben, liegt nun die Örtlichkeit, an welcher früher gleichfalls, wie bei Laichingen (No. 1), eine vermutlich heisse Quelle aufgestiegen

sein muss. Nördlich vom Dorfe wird nämlich der Weisse Jura ε am SW.-Abhange des Sternenberges von einer 15—20 Fuss breiten Spalte durchsetzt, welche einst diese Therme barg und von ihren Absätzen erfüllt wurde. Die Spalte verläuft von O. nach W., doch ist sie bogenförmig gekrümmt mit nach S. gerichteter Öffnung des Bogens.

Die Ausfüllungsmasse dieser Spalte besteht aus einem Marmor von auffallend schöner Färbung und Zeichnung, indem zahlreiche feinere und gröbere blutrote Schichten mit weissen abwechseln. Auf dem Querbruche zeigt sich nicht selten ein welliges Verhalten dieser Schichten. Es ist erklärlich, dass dieses herrliche Gestein schon in älterer Zeit ausgebeutet und zur Ausschmückung der königlichen Schlösser in Stuttgart verwendet wurde. Schon GUETHARD hörte 1763, wie QUENSTEDT anführt, in Stuttgart von dem Böttinger Marmor[1]. Bis in eine Tiefe von 30 Fuss hinab wurde dieser Marmor einst abgebaut. Jetzt sind die Gruben aber längst auflässig. Zahlreiche Stücke des Gesteines finden sich jedoch noch im Dorfe selbst als Strassenpflaster und in den Mauern verwendet. Auch am W.-Ende des Dorfes, ausserhalb desselben, liegt in der Nähe des abgebauten Marmorganges[2] noch eine grosse Anzahl von Stücken umher. Trotzdem dieselben gewiss zu den seinerzeit als zu wenig schön beiseite geworfenen gehören mögen, so überraschen sie doch noch durch ihre Schönheit. Bisweilen zeigt sich an diesen bereits angewitterten Stücken eine faserige Struktur, welche ganz an diejenige angewitterter Belemniten-Scheiden erinnert.

Hervorzuheben ist, dass das Gestein, wie schon QUENSTEDT beobachtete, nicht aus Aragonit, sondern aus Kalkspat besteht. MÖHL ist der Ansicht, dass der Böttinger Marmor aus Umwandlung von Jurakalk hervorgegangen sei. „Jurakalkfelsen sind in den prächtigsten bunten Marmor verändert, so dass das Residenzpalais in Stuttgart seinen Schmuck aus vaterländischem Material beschaffen konnte[3].“ Mit diesen Worten kann von MÖHL nur der Böttinger Marmor gemeint sein. Aber diese vermeintliche Umwandlung des anstehenden Jurakalkes in bunten Marmor ist entweder eine irrtümliche Auffassung oder eine falsche Ausdrucksweise MÖHL's. Die lagenweise Anordnung der verschiedenen Marmorschichten beweist zweifellos, dass es sich hier um einen Absatz aus wässeriger Lösung handelt; und nur das kann fraglich sein, ob die Quelle heiss oder kalt war.

---

[1] Mem. Acad. roy. 1763. S. 228. Citiert nach Quenstedt.
[2] Hart nördlich der von Böttingen nach Münsingen führenden Strasse.
[3] Diese Jahresh. 1874. Jahrg. 30. S. 242.

3. Der Tuffgang südöstlich von Böttingen.

Wenn man Böttingen auf der nach Magolsheim, gegen O., führenden Strasse verlässt, so zweigt sich bald rechts ein Feldweg ab, welcher auf Mehrstetten zuläuft. Etwa einen Kilometer von Böttingen entfernt zeigt sich westlich desselben am N.-Abhange eines Hügels im Acker eine etwas vertiefte und zugleich hellgefärbte Stelle. Diese hellgelbe Farbe entsteht, wie sich deutlich erkennen lässt, dadurch, dass hier der Weisse Jura ε von einem schmalen, durch Verwitterung entfärbten Tuffgange durchsetzt wird. Die Vertiefung aber ist offenbar künstlich hervorgerufen, indem der Gang an dieser Stelle früher einmal abgebaut wurde.

Es zeigt sich nämlich, dass derselbe schöngefärbte Marmor, welcher nördlich von Böttingen (S. 189) als Absatz einer heissen Quelle entstand, sich auch auf dieser Stelle bildete; denn auch hier findet sich eine ganze Anzahl von Marmorstücken umherliegend, welchen der Abbau gegolten haben muss. Während jedoch bei Böttingen der Marmorgang im Weissen Jura, also getrennt von dem Tuffe, aufsetzt, scheint er hier in dem Tuffgange selbst zu liegen[1].

Der Verlauf des Tuffganges lässt sich fast einen Kilometer weit verfolgen. Zunächst macht er sich auf dem Acker in Form einer leichten grabenförmigen Einsenkung bemerkbar. Später aber wird er, wenn auch nicht in sehr deutlicher Weise, von der zwischen Magolsheim und Böttingen verlaufenden Strasse angeschnitten. *Auf solche Weise ergiebt sich der für unser Vulkangebiet sehr seltene Fall, dass hier ein schmaler, etwa ³/₄ km langer, anscheinend saiger den Weiss-Jura ε durchsetzender Tuffgang vorliegt*; denn in fast allen übrigen Fällen findet sich der Tuff als Ausfüllung von Kanälen oder Röhren rundlichen oder ovalen Querschnittes.

Es ist sogar nicht unmöglich, dass hier zwei verschiedene, parallele Gänge vorhanden sind. An der oben erwähnten, von Magolsheim nach Böttingen führenden Strasse wird nämlich zuerst, wenn man von Magolsheim kommt, ein etwa 29 Schritt breiter Tuffgang angeschnitten. Späterhin, etwas mehr gegen Böttingen zu, macht sich jedoch abermals Tuff in einer Breite von 8—20 Schritten im Strassengraben bemerkbar. Leider ist der Tuff so stark zersetzt

[1] Völlige Sicherheit ist, da der Aufschluss eingeebnet wurde, nicht darüber zu erlangen, ob der Marmorgang nur neben oder, wie es scheint, im Tuffgange auftritt.

und die Grabenböschung war zur Zeit so wenig frisch angeschnitten, dass sich die Frage, ob ein oder zwei Gänge vorliegen, nicht entscheiden liess. Ich möchte jedoch ausdrücklich bemerken, dass ich auch frischen Tuff gefunden habe, und zwar an dem oben erwähnten S.-Ende des Ganges, an welchem der Marmor auftritt. Ein Zweifel an dem Vorhandensein von Tuff, welcher bei dem hohen Grade von Zersetzung wohl entstehen könnte, ist daher ausgeschlossen.

Als besonders erwähnenswert ist ein Stück Glimmerschiefer zu betrachten, welches ich im Acker gleichfalls an dem genannten S.-Ende des Ganges fand. Wenn dasselbe, wie doch hier oben auf der Alb sehr wahrscheinlich, dem Tuffe entstammt, so ist das als ziemliche Seltenheit zu erwähnen. In Feldstetten fand sich gleichfalls dieses Gestein.

Auch nicht näher bestimmbare, auffallende dunkle, anscheinend durch die Hitze umgewandelte Gesteinsstücke liegen an diesem durch das Auftreten von Marmor ausgezeichneten S.-Ende des Tuffganges.

4. Das Tuff-Maar von Magolsheim.

Über dieses Tuffvorkommen lässt sich wenig sagen. Die Karte giebt an, dass die protestantische Kirche und ihre Umgebung auf Tuffunterlage stehen. Es lässt sich jedoch nirgends anstehender Tuff erkennen. Auch aus den Gräbern des der Kirche benachbarten Kirchhofes war nur Kalkschutt zu Tage gefördert. Ebensowenig kann man aus der Oberflächengestaltung das Vorhandensein von Tuff erschliessen. Die Kirche steht nämlich nicht etwa in einem Kessel, sondern gerade umgekehrt auf einem Hügel. Dieser fällt nach S. ziemlich steil ab, nach N. aber hängt er derart mit dem dort anstehenden Weiss-Jura ε zusammen, dass man ihn nur für einen nach S. vorspringenden Sporn der Juramasse halten möchte.

Trotzdem aber scheint in Magolsheim Tuff vorhanden zu sein, also ein Maar vorzuliegen, dessen kesselförmige Vertiefung bereits ganz verschwunden ist; teils durch Abtragung, teils indem Kalkschutt auf dem Tuffe angehäuft wurde.

Der Gründe für eine solche Annahme sind mehrere. Einmal fand sich[1] schwarzer Glimmer, welcher hier oben im Gebiete des Weiss-Jura ε zweifellos auf das Vorhandensein von Tuff hindeutet. Sodann erwähnt QUENSTEDT „eigentümliche Kalkstücke, worunter einige echtem rauchgrauem Muschelkalk gleichen“. Es ist das aber, meiner vielfach wiederholten Erfahrung nach, sicher kein Muschelkalk

[1] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 19.

gewesen, sondern ein durch die Hitze des Tuffes rauchgrau gebrannter Weiss-Jurakalk, wie er an zahllosen Stellen in unseren Tuffen auftritt (s. „Metamorphismus"). Ferner hat HILDENBRAND im Schutte eines alten Brunnens Reste von *Helix* gefunden, welche auf das Vorhandensein von Süsswasserschichten unter dem recenten Kalkschutte schliessen lassen. Solche Süsswasserbecken konnten sich aber auf dieser wasserarmen Alb wesentlich nur in Maaren bilden. Endlich besitzt Magolsheim Quellbrunnen, was wiederum nur durch das Vorhandensein von Tuff in der Tiefe erklärbar ist, da das Dorf im Gebiete des Weiss-Jura ε liegt.

Es ergiebt sich aus diesem Beispiele von Magolsheim recht schlagend der grosse Unterschied zwischen der äusseren Erscheinungsweise typischer, d. h. geologisch noch junger Maare und derjenigen ganz unerkenntlich gewordener, d. h. geologisch alter, wie sie vielfach auf der Alb erscheinen.

5. Das Tuff-Maar von Feldstetten.

Ungefähr 5 km südwestlich von Laichingen liegt das Dorf Feldstetten; dessen westlicher Teil soll, nach Blatt Blaubeuren der geologischen Karte, auf vulkanischem Tuffe stehen. Im N., S. und W. des Dorfes erheben sich Höhen des Weiss-Jura ε, während das Dorf selbst auf δ liegt. Diese ε-Höhen liegen aber im weiten Umkreise um das letztere herum und gehören wohl nicht zu dem einstigen Maarrande. Nur nach W. steigt das Gelände des Dorfes direkt an zu der dort gelegenen ε-Höhe. Von einer Maarkesselbildung ist also nichts Deutliches mehr zu erkennen. Es ist auch nirgends anstehender Tuff zu finden. Neuere Brunnen, bezw. deren Auswurf, sind nicht vorhanden, da Feldstetten sich an die Albwasserversorgung angeschlossen hat. Was aber die alten Brunnen anbetrifft, so gab mir ein beim Brunnengraben in früheren Zeiten beschäftigt gewesener alter Mann den Bescheid, dass hierbei nie etwas anderes als Kalkschutt zu Tage gefördert worden sei. Zum Glück führt jedoch QUENSTEDT[1] an, dass beim Häuserbau und Brunnengraben kleine Stücke von Granit, Gneiss und Glimmerschiefer gefunden wurden, wie sie in unseren Tuffen liegen. Auch dass überhaupt Quellbrunnen hier mitten im wasserarmen Weiss-Jura δ mit Erfolg angelegt werden konnten, ist ein weiterer Beweis für das Vorhandensein von Tuff in der Tiefe.

[1] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 19.

6. Das Tuff-Maar von Donnstetten.

In der nordwestlichsten Ecke des Blattes Blaubeuren, etwa 7 km Luftlinie nordwestlich von Feldstetten liegt das Dorf Donnstetten. Dasselbe ist erbaut in einem der grössten Maarkessel der Alb, welches eingesenkt ist in den Weiss-Jura ε. Infolge dieses grossen Umfanges nimmt die Dorfstelle nur einen kleinen Teil des recht gut erhaltenen Kessels ein. Der Umriss der Einsenkung ist nach den umgebenden Bergen natürlich leicht zu erkennen. Ob aber diese ganze Senke, in der Ausdehnung, welche die geognostische Karte angiebt, wirklich mit Tuff erfüllt ist, ob also das Maar so gross ist und zugleich den dort angegebenen unregelmässigen Umriss besitzt, das vermag ich nicht zu sagen. Durch Bohrungen wäre das leicht festzustellen. Es würde dabei auch zu untersuchen sein, ob etwa das Tuffvorkommen am Leisgebronn, welches in etwa 1 km Entfernung westlich von Donnstetten liegt (s. No. 7), gleichfalls noch in ununterbrochenem Zusammenhange mit diesem Donnstetter Maare steht. Jedenfalls liegt ersteres noch in derselben Senke wie letzteres. Wäre das der Fall, dann würde das ohnehin schon sehr grosse Maar von Donnstetten eine noch viel bedeutendere Ausdehnung besitzen. Zugleich aber würde es auch einen noch viel unregelmässigeren Umriss erhalten; ein Umstand, welcher eher gegen als für die Richtigkeit einer solchen Annahme sprechen dürfte.

Östlich von Donnstetten steht zweifellos Tuff an. Dicht bei dem dort im Jahre 1892 am Rande des Maares, im Weissen Jura ε, neu angelegten Bierkeller „Zum Löwen" wird der Tuff beim Pflügen aus dem Acker heraufgeholt und findet sich dann abgelesen am Rande desselben. Auch im Westende des Dorfes[1] fand sich Tuff. Da die Brunnen im Dorfe nur etwa 15 Fuss tief sind, so dürfte der Tuff allerorten in geringer Tiefe auftreten, oder direckt unter der Ackerkrume zu Tage ausstreichen.

Nahe der, in der Anmerkung unten erwähnten Brandstelle, da wo die Bierbrauerei „Zum Löwen" steht, fanden sich in 6 Fuss Tiefe alte Scherben und mächtige, unten zugespitzte Eichenholzstämme in den Boden gerammt. Man darf aber nicht jeden alten Pfahl unbedenklich für die Reste eines Pfahlbaues ansehen. Wenn in der, geologisch so jungen Pfahlbautenzeit hier ein See bestand, dann müsste in der Diluvial- und Tertiärzeit um so mehr noch ein See vorhanden gewesen sein, denn die wasserhaltende Tuffunterlage

[1] An der Brandstelle der Häuser von G. Hummel und Ant. Pechtles.

bestand ja zu allen Zeiten. In diesem Falle aber müssten tertiäre Süsswasserschichten auf dem Tuffe liegen, von welchen man jedoch bisher noch nichts gefunden hat[1].

QUENSTEDT berichtet: „Donnstetten hat zwischen Tuffen einen ausgezeichneten sehr harten zähen Basalt mit Olivin eingesprengt." Er zeichnet auch Bs. in die Karte ein. Soll das nur so viel heissen, als dass einzelne Auswürflinge von Basalt im Tuffe liegen? Anstehender Basalt pflegt sich, infolge seiner grösseren Härte, stets in Form einer Hervorragung aus dem Tuffe zu erheben. Davon aber ist nirgends etwas zu sehen. Ebensowenig fand ich lose Stücke. Auch die im Dorfe eingezogenen Erkundigungen nach dem Vorhandensein von Basalt wurden mit steter und entschiedener Verneinung beantwortet. Der Albbewohner aber weiss sehr gut Weiss-Jurakalk, vulkanischen Tuff und Basalt zu unterscheiden. Ich stehe daher vor einem Rätsel.

7. Der Tuff am Leisgebronn, westlich von Donnstetten.

Blatt Blaubeuren der geologischen Karte giebt westlich von Donnstetten noch einen zweiten Tufffleck an, welcher einen sehr viel kleineren Umriss besitzt als der unter No. 6 besprochene. Dieser kleine Tufffleck scheint jedoch an einer falschen Stelle eingezeichnet zu sein; zum mindesten konnte ich an derselben im Acker keinerlei Spur von Tuff finden. Wohl aber tritt ein ausserordentlich fester, heller Tuff weiter westlich auf, am Fusse des Ostabhanges des „Leisgebronn" genannten Berges[2].

Diese Stelle liegt noch in der grossen unregelmässigen Donnstetter Mulde, am Westrande derselben. Es wäre daher denkbar, dass dieses Vorkommen mit dem von Donnstetten in ununterbrochenem Zusammenhange (s. unter No. 6) stehen könnte. Dann hätten wir hier den NW.-Rand desselben. Zwingend ist indessen eine solche Annahme durchaus nicht. Wir finden auch in anderen Fällen auf der Alb grössere, unregelmässig umrissene Senken, bei welchen offenbar nur ein Teil mit Tuff erfüllt ist; das ist z. B. bei Zainingen (s. No. 8) der Fall.

---

[1] Im S. von Donnstetten am „Hasenhäusle" hat man römische Münzen von Vespasianus gefunden.

[2] Wohl aus „Leisebronn" entstanden. Man findet diese etwa 1 km von Donnstetten entfernte Stelle, wenn man, von Donnstetten aus auf der nach NW. führenden Strasse marschierend, an der zweiten Brücke links den Chausseegraben überschreitet, dann den rechts abgehenden Landweg und später abermals den rechts zum Berge emporführenden Feldweg verfolgt.

Wenn nun dieser Tuff am Leisgebronn auch nicht mit dem von Donnstetten zusammenhängen, sondern ein selbständiges Vorkommen bilden sollte, so wird man dasselbe, nach Analogie mit allen anderen Vorkommen, dennoch wohl als eine Maarbildung aufzufassen haben; obgleich freilich die äussere Gestaltung dieser Gegend — der Tuff tritt am Fusse des Berges hervor — heute nicht mehr den Umriss eines selbständigen Maares erkennen lässt.

8. Das Tuff-Maar von Zainingen.

In 4 km Luftlinie Entfernung, südsüdwestlich von Donnstetten liegt das Maar von Zainingen; genau auf der Grenze zwischen Blatt Blaubeuren und Urach, von welcher es durchschnitten wird. Die Oberflächengestaltung ist die folgende:

Zainingen liegt in einem engen runden Kessel, welcher in den Weiss-Jura ε 30—60 Fuss tief eingesenkt ist. Dieser Kessel öffnet sich jedoch in seiner ganzen Breite nach Osten in eine grosse, mit Diluvium ausgefüllte Senke von unregelmässiger Gestalt, welche mit dem einstigen Maare nichts gemein hat. Dadurch wird der Eindruck des Maarförmigen wieder etwas verwischt.

Von Tuff ist freilich nirgends etwas zu sehen. Auch waren neue Brunnen und Keller, welche Aufschluss hätten geben können, zur Zeit nicht angelegt. Über den Auswurf der alten aber konnte ich ebensowenig im Dorfe eine Auskunft erhalten, wie QUENSTEDT eine solche giebt. Trotzdem muss man auf das Vorhandensein von Tuff schliessen: Zainingen besitzt nämlich, im wasserarmen Weiss-Jura ε, Brunnen, welche in 26—28 Fuss Tiefe reichlich Wasser geben. Ferner giebt es im Dorfe vier grosse Wasserbecken, sogenannte „Hülben“. Nun könnte ja dieser Wasserreichtum auch dadurch hervorgerufen werden, dass hier im Innern eines, aus ε bestehenden Korallenriffes das thonige ζ abgelagert wäre. Allein der Kessel, in welchem Zainingen liegt, ist so eng, dass man hier viel weniger an ein ringförmiges Korallenriff, ein Atoll, denken möchte, als an einen in ε eingesprengten Explosionskrater, ein Maar, dessen Tuff die wasserhaltende Kraft besitzt.

I b. Die auf der Hochfläche von Blatt Urach gelegenen Maare.

9. Das Tuff-Maar von Böhringen.

Ebenfalls im Gebiete des Weiss-Jura ε liegt, $2^1/_2$ km nordwestlich von Zainingen (No. 8), das Dorf Böhringen. Wenn man den auf der Karte mit Tufffarbe bezeichneten Fleck ins Auge fasst,

so zeigt sich keinerlei an ein typisches Maar erinnernde Kesselbildung. Man müsste einen sehr grossen Umkreis machen, um aus den umgebenden ε-Höhen einen Kessel zu konstruieren. Dieser grosse Kessel ist aber gar nicht mit Tuff erfüllt, mithin kein Explosions-, sondern nur ein Erosionsbecken. Tuff tritt nur in einem kleinen Teile desselben auf, und bei der Entstehung dieses grossen Erosionsbeckens ist wohl auch der frühere, ursprüngliche Maarkessel bezw. die Weiss-Jura ε-Masse, in welche er eingesenkt war, mit abgetragen worden.

Das Dorf liegt uneben: Der nördliche Teil desselben befindet sich in höherer Lage. Hier finden sich jedoch nur Dachbrunnen [1], es ist mithin in diesem Teile des Dorfes vermutlich kein Tuff vorhanden, obgleich die Karte solchen ebenfalls angiebt. In dem anderen, tiefer gelegenen Teile dagegen befinden sich Quellbrunnen, deren Vorhandensein ohne weiteres für dasjenige von Tuff spricht.

Das vulkanische Gestein ist indessen auch anstehend nachgewiesen worden. Beim Bau des dem Bauer MALL gehörigen Hauses kam Tuff zum Vorschein. Ebenso fand er sich bereits in 3 Fuss Tiefe bei der Anlage eines vor 6 Jahren gemachten, 16 Fuss tiefen Brunnens, nahe diesem Hause. In den „im Grund“ genannten Wiesen, östlich der Kirche sollte, wie mir im Dorfe berichtet wurde, gleichfalls Tuff vorkommen. Die dort umherliegenden Tuffstücke waren indessen sicher nur hinausgefahren. Es befinden sich aber diese Wiesen in einer zwischen dem Dorfe und dem Hardtenberg auftretenden Senke, so dass nach der Bodengestaltung dort wohl Tuff vorhanden sein könnte.

10. Das Tuff-Maar am Mönchberge.

Ungefähr 2 km südwestlich von Böhringen, westlich vom Mönchberge, befindet sich eine leichte Bodensenke im Oberen Weiss-Jura. An der nordwestlichen Umgrenzung derselben macht sich ein kleiner Steilrand bemerkbar. Dort liegt vielleicht ein Überrest des alten Maarkesselrandes vor. Doch finden sich nahe demselben in der Senke zwei kleine Erdfälle, welche zur Vorsicht mahnen, da möglicherweise auch jener Steilrand ebenfalls auf einen solchen und nicht auf ein Maar zurückgeführt werden muss.

---

[1] Das auf die Dächer niederfallende Regenwasser wird in rings um das Dach geführten Blechrinnen aufgefangen und aus diesen durch lange Blechröhren in eine am Hause gelegene Cisterne geleitet; daher „Dachbrunnen“. Solche Dachbrunnen werden natürlich nur dort angelegt, wo sich im Boden kein Brunnenwasser findet.

Quenstedt berichtet, dass der Pflug in dieser sumpfigen Senke vulkanischen Tuff heraufhole. Ich konnte nichts davon bemerken, vielleicht weil ein Teil der Vertiefung jetzt nicht mehr beackert, sondern als Weidenkultur angelegt ist. Allerdings liegen einige Stücke harten Tuffes hier und da in kleinen Steinhaufen. In letzteren finden sich aber auch Ziegelsteine. Da diese nun ganz sicher durch den Dungwagen auf die Felder gelangt sind, so wäre es möglich, dass auch der von mir gesammelte Tuff denselben Ursprung hätte. Der Ackerboden jener Senke ist verdächtig dunkel, ihm sind auch nur wenige kleine Kalkstücke beigemengt; von tuffigen Bestandteilen aber ist nichts in ihm zu finden. Allein das beweist nichts gegen das Vorhandensein von Tuff in der Tiefe, da in die Senke von den höhergelegenen Stellen her unablässig Verwitterungsboden des Weiss-Jura gespült wird.

11. Das Tuff-Maar von Grabenstetten.

Während die bisher betrachteten Maare im Weissen Jura ε auftreten, liegt das etwa 6 km in nordwestlicher Richtung von Böhringen (No. 9) entfernte Maar von Grabenstetten im ζ. Nichts aber deutet heute mehr darauf hin, dass hier einst eine, einem Kessel ähnliche Bildung bestanden haben könnte. Vielmehr dehnt sich das Dorf, welches auf Tuffuntergrund erbaut ist, auf einer von S. und O., weniger auch von W. her ansteigenden Fläche aus, welche in gleicher Ebene mit dem Weiss-Jura ζ liegt. War einst also überhaupt ein Kessel in den letzteren eingesprengt, dann sind diese oberen Schichten des ζ und zugleich der in ihnen ausgehöhlte Kessel vollständig abgetragen worden. Warum aber sollte das auch nicht geschehen sein seit mittelmiocäner Zeit!

In den Kellern des Dorfes, soweit solche neuerdings angelegt wurden, steht nur gelber Lehm mit Weiss-Jurablöcken an. Der grosse Quellbrunnen im Dorfe ist bereits 1807 gegraben worden, von dem Auswurfe desselben mithin nichts mehr vorhanden. Man findet aber auch noch andere Quellbrunnen im Dorfe, so dass das Dasein von Tuff wahrscheinlich wird; denn das hier anstehende ζ ist nicht so thonig, dass man ihm die Entstehung von Quellen zuschreiben könnte.

Ausserdem liegen im Dorfe vereinzelte grössere Tuffstücke, welche jedenfalls aus der Tiefe dieses Ortes stammen und wohl beweisen, dass man früher wirklich dieses vulkanische Gestein hier gefunden hat. Auch lässt die aus dem Jahre 1848 stammende Oberamts-

beschreibung von Nürtingen S. 32 No. 11 erkennen, dass damals noch im Dorfe anstehender Tuff sichtbar war.

Dass in früheren Zeiten Basalttuff beim Graben von Brunnen verschiedentlich gefunden wurde, geht auch mit Sicherheit aus den Bemerkungen hervor, welche Schübler[1] bereits 1824 veröffentlichte. Auch er bringt bereits die auffallende Thatsache, dass Grabenstetten, obgleich auf der wasserarmen Alb, doch sieben wasserreiche Brunnen besitzt, mit dem Tuff in Zusammenhang.

Über den westlich von Grabenstetten aufsetzenden Basaltgang siehe im Abschnitt „Basalte“ unter No. 5.

12. Das Tuff-Maar oder der Tuffgang von Hülben.

Das Dorf Hülben liegt $3^1/_2$ km fast nördlich von Urach und $4^1/_2$ km westlich von Grabenstetten (No. 11) auf einer Weiss-Jura ε-Fläche. Keinerlei Einsenkung deutet das Vorhandensein eines Maares an. Das würde, in Anbetracht der Abtragung, welche die Kessel unserer Maare zum grossen Teil erlitten haben, nicht gegen das frühere Dasein eines solchen sprechen. Gewisse Gründe deuten indessen die Möglichkeit an, dass hier vielleicht ein nur von O. nach W. langgestreckter Tuffgang vorliegen könnte.

Zunächst fällt nämlich auf, dass an den meisten Stellen im Dorfe nur Dachtraufenbrunnen[2] vorhanden sind. Ein Umstand, welcher mit Sicherheit darauf hindeutet, dass an diesen Stellen im Untergrunde nicht Tuff, sondern Weisser Jura ansteht. Es ist daher die Ausdehnung des Tuffes über das ganze Dorf, wie ihn die geologische Karte angiebt, vermutlich nicht richtig. Dass jedoch der Tuff nicht überall fehlt, wird durch das Vorhandensein einiger Quellbrunnen bewiesen. Da nun weiter, wie Quenstedt anführt, westlich vom Dorfe gleichfalls einmal Tuff erschürft worden sein soll, und da auch zugleich östlich desselben, auf dem Fusswege ins Kaltenthal, wie er anführt, Schuttmassen liegen, welche des Zusammenhanges mit Tuff verdächtig sind, so macht dieses Verhalten den Eindruck, als wenn das Vulkanische in allen drei Punkten zusammenhänge. Dann aber hätten wir eine von O. nach W. langgestreckte, tufferfüllte Spalte, eine überaus seltene Erscheinung in unserem Vulkangebiete (s. später), dessen Spalten meist einen rundlichen Querschnitt besitzen. Ich habe übrigens die im O. liegenden Schuttmassen,

---

[1] Württembergische Jahrbücher von Memminger. 1824. S. 371. No. 10.
[2] S. die Anm. auf S. 196.

deren QUENSTEDT gedenkt, des Vulkanismus nicht für verdächtig gehalten, sage daher Obiges mit grösster Reserve.

Die geologische Karte von Württemberg giebt aber auch im O. von Hülben ausserdem noch Basalt an. In den Begleitworten zu Blatt Urach thut freilich QUENSTEDT, welcher alle andern Basaltpunkte einzeln aufzählt, desselben keinerlei Erwähnung. Das ist schon auffallend. Auch lauteten alle Auskünfte, welche ich im Dorfe erhielt, in dieser Beziehung verneinend. Ebensowenig vermochte ich selbst etwas von Basalt an dieser Stelle zu finden. Es ist daher einstweilen wahrscheinlicher, dass hier der Basalt nur infolge einer Verwechselung eingezeichnet wurde; ebenso wie der Tuff am Hengbrunnen (No. 18) irrtümlich an eine ganz falsche Stelle der Karte kam.

13. Das Tuff-Maar von Hengen.

Genau südlich von Grabenstetten liegt in 5 km Entfernung das Dorf Hengen, gleichfalls im Gebiete des Weiss-Jura ζ. Hier findet sich deutlich noch eine Vertiefung, der Maarkessel, ausgesprochen und in diesem das Dorf erbaut. Derselbe besitzt indessen keinen rings geschlossenen Rand mehr, denn an der südöstlichen Umwallung ist derselbe durch ein tiefes, nach SO. ziehendes Abflussthal, das Haigerloch, unterbrochen und zerschnitten. Die vielen kleinen Wasseradern dieses Kessels, welche zum Teil in Dohlen aus den Kellern der Häuser kommen, haben dasselbe wohl entstehen gemacht.

Der Anstieg aus der Tiefe des Kessels zur Höhe ist sanft, da durch die langdauernde Erosion oben mehr und mehr abgeschwemmt und in die Tiefe hinabgeführt wird. Doch findet sich, nach Aussage der Dorfbewohner, allerorten unter einer Schicht schwarzen Bodens von nur 2—5 Fuss Tiefe bereits der Tuff. Es sind daher die Quellbrunnen des Dorfes auch nur etwa 15 Fuss tief.

14. Das Tuff-Maar von Wittlingen.

Ähnlich wie das soeben besprochene Maar von Hengen ist das etwas über 2 km nach SW. entfernte Maar von Wittlingen im Gebiete des Weiss-Jura ζ und in einem Kessel gelegen. In gleicher Weise ist auch die Wandung desselben durch ein nach W. ziehendes Abflussthal zerschnitten. Ja, die Thalbildung hat hier sogar bereits in die gegenüberliegende östliche Kesselwand eingeschnitten, indem sie weiter bergaufwärts voranschritt. Dergestalt macht der Maarkessel gar nicht mehr den Eindruck eines solchen, sondern erscheint nur noch als längliche Ausbauchung inmitten einer Thalrinne.

Am nordöstlichen Ende des Dorfes, da wo in die obere, von W. nach O. ziehende Dorfstrasse die nach N. auf das Feld hinausführende einmündet, steht an den Häusern vulkanischer Tuff an. Die Stelle liegt nahe nördlich der Kirche, hart am Rande des Maarkessels. An anderen Stellen verrät das Vorhandensein von Brunnen im Dorfe, selbst hoch oben nahe dem Kesselrande, das Dasein des Tuffes in der Tiefe.

Wie sich in verhältnismässig kurzer Zeit das Schicksal und die äussere Erscheinungsweise dieses Maares, sowie diejenigen des benachbarten von Hengen gestalten werden, das zeigen uns die beiden anderen, westwärts dieser zwei Orte gelegenen Maare; nämlich dasjenige an der Steige von Hengen nach Urach (No. 62) und das jenige an der Steige von Wittlingen in das Ermsthal (No. 63). Jetzt hat die breite Thalbildung diese beiden letzteren Maare, bezüglich ihren in die Tiefe führenden, mit Tuff erfüllten Kanal, nicht nur oben, also horizontal, sondern auch an den Seiten, vertikal, angeschnitten und aufgeschlossen. Vor, geologisch gesprochen, verhältnismässig kurzer Zeit jedoch haben auch diese beiden Maare noch oben auf der Hochfläche gelegen. Damals waren sie noch unangeschnitten und darum als Tuffvorkommen nur an ihrem Wasserreichtum zu erkennen, wie so manche andere.

Da diese beiden Maare indessen bereits am Steilabfalle der Alb auftreten, so fordert der eingeschlagene Gang der Betrachtung, dass ihre Besprechung erst später erfolgt.

15. Das Tuff-Maar südlich von Hengen.

Die geologische Karte von Württemberg zeigt $1^1/_2$ km östlich von Wittlingen und ebensoweit südlich von Hengen einen sehr grossen Tufffleck. Die Lage und Gestaltung desselben lässt sich aus der punktierten Umrisslinie auf untenstehender Skizze erkennen: Ein grosser, westlicher Hauptfleck, dem im O. eine kleinere Ausbuchtung entspringt. Ein Vergleich desselben mit der wirklichen Ausdehnung der Tuffmasse lehrt indessen, dass der Hauptfleck an einer Stelle eingezeichnet ist, an welcher gar nicht Tuff, sondern Weiss-Jura ansteht. Nur die östliche Ausbuchtung liegt wirklich da, wo Tuff ist. Dagegen dehnt sich nun dieser letztere umgekehrt noch weit nach SO. hin aus, während dort die geologische Karte von Württemberg Weiss-Jura angiebt. So ergiebt sich das unten folgende, von Herrn Dr. Pompecky aufgenommene Bild unseres Tuffvorkommens, bei welchem durch die Kreuze die Punkte angedeutet werden, an denen

das vulkanische Gestein sich nachweisen liess. Wie man sieht, ist das besonders der Fall zu beiden Seiten des tief eingeschnittenen Thales [1], durch welches das von Hengen nach S. ziehende Haigerlochthal mit rechtwinkeliger Umbiegung in das Fischbachthal mündet. Hier lässt sich der Tuff an der linken Thalseite (NO.) nur bis an den dort verlaufenden Weg hinauf nachweisen. Oben folgt Tannenkultur und Weiss-Juraschutt, welche alles verschleiern. Auf der rechten Thalseite (SW.) dagegen kann man das vulkanische Gestein bis auf die Höhe hinauf verfolgen. Oben kommen dann schwarze Erde mit Weiss-Jurabrocken des ε und ζ; dass unter diesen jedoch auch noch Tuff ansteht, beweisen weiter abwärts mehrere durch Kreuze gekennzeichnete Punkte. Ob er dagegen bis in das Thal 2 hinabsetzt, ist fraglich. So ergiebt sich eine Ausdehnung des Vorkommens von etwa 0,66 km Länge und Breite.

Dieses Maar macht einen völlig anderen Eindruck wie dasjenige von Wittlingen (No. 14). Ist letzteres im offenen Felde gelegen und mit einem Dorfe besetzt, so finden wir dieses in völliger Abgeschiedenheit, zudem der Überblick durch die Bewaldung gehindert. Auf solche Weise erscheinen beide ganz unähnlich. Aber das ist nur Schein. In Wirklichkeit stellen beide zwei dicht aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien in der Zerstörung des Maarkessels dar. Hier wie dort ein Kessel, welcher querüber von einer Thalbildung durchfurcht wird, so dass die Kesselwandung an zwei entgegengesetzten Seiten durchsägt ist. Im Wittlinger Maar schneidet dieses Thal noch nicht tief genug in den Tuff ein, um diesen zu entblössen; bei dem vorliegenden Maare ist das bereits der Fall. Das ist der einzige Unterschied zwischen beiden.

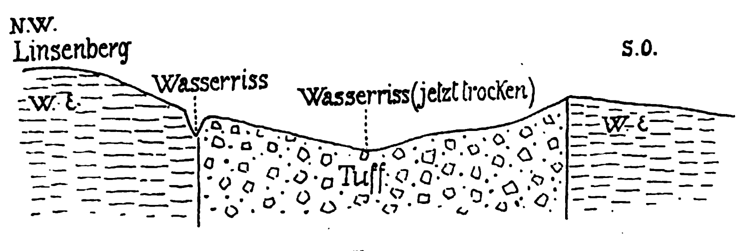
Am besten findet man unser Maar, indem man nicht von Wittlingen, sondern von Hengen aus den Weg antritt. Wenn man dort in dem Haigerlochthale abwärts wandert, erreicht man bei der Einmündung desselben in das Thal 1 den Tuff.

Von hohem Interesse ist es, dass von Herrn Dr. Pompecky und von Präparator Kocher Süsswasserschnecken in diesem Tuffe gefunden wurden. An dem auf der linken Thalseite verlaufenden Wege 1 steht allerorten der graue Tuff von gewöhnlichem Aussehen an. Nur an der in obiger Zeichnung mit „Schnecken“ bezeichneten Stelle gelang es, unter dem Rasen einen Block anders aussehenden gelben Tuffes hervorzuholen, in welchem die Versteinerungen sassen. (S. später „Das Alter der Tuffe“.)

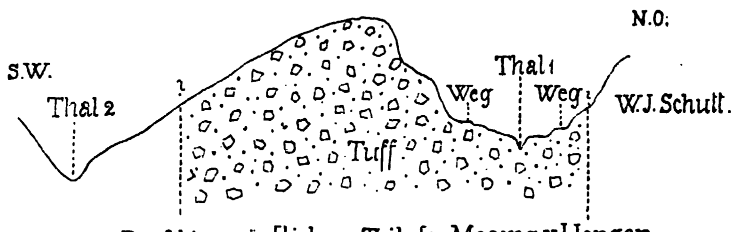
[1] Die Leute nennen es auch Hundeloch.



Maar südl. von Hengen
Fig. 1.



1tes Profil im Maar südl. von Hengen
Fig. 2



2tes Profil im südlichen Teil des Maares v. Hengen
Fig. 3.

Man befindet sich an dieser Stelle unten im Thale, während das gewöhnliche, versteinerungslose, vulkanische Gestein, wie das Profil SW.—NO. Fig. 3 zeigt, sich bis auf die Höhe hinauf erstreckt[1]. Es war daher mehr als wahrscheinlich, dass es sich nur um ein verstürztes Stück handeln konnte, welches sich im anstehenden Zustande einst hoch oben befand. Wie bei der Betrachtung des Randecker Maares (No. 39) dargethan wird, können sich die im Wasser geschichteten und eventuell versteinerungsführenden Tuffe unseres Gebietes nur in den obersten Horizonten der Tuffsäulen befinden, von welchen die Ausbruchskanäle erfüllt werden. Im vorliegenden Falle ist das Thal 1 überhaupt erst später in diese Tuffsäule eingefurcht worden. Wie sollte also inmitten und in der Tiefe dieser aus gewöhnlichem grauen Tuffe bestehenden Tuffsäule sich jener gelbe versteinerungsführende abgesetzt haben können? Das ist ganz undenkbar. Oben auf der Höhe müssen irgendwo diese wenig mächtigen versteinerungsführenden Schichten angestanden haben. Von dort aus wird mit der Thalbildung das Stück in die Tiefe gelangt sein. Wäre dem nicht so, dann müsste ja an diesem Wege nicht nur an dieser einen Stelle, sondern auch an den anderen zahlreichen Aufschlusspunkten versteinerungsführender Tuff anstehen.

Wenn wir nun sahen, dass erstens der vulkanische Tuff sich von der Höhe des Berges bis auf die heutige Thalsohle hinabzieht und dass zweitens schneckenführende Schichten auftreten, so werden wir mit Sicherheit schliessen dürfen: Hier ist das einstige Vorhandensein eines Maares erwiesen, dessen Kessel jetzt zerstört, dessen in die Tiefe führender tufferfüllter Ausbruchskanal jetzt angeschnitten und von einem Thale durchfurcht vor uns liegt.

Wie man sieht, fällt dieses Maar bereits etwas aus dem Rahmen der oben auf der Alb liegenden und höchst mangelhaft aufgeschlossenen Maare heraus und bildet den Übergang zu den am Steilrande der Alb deutlich angeschnittenen.

16. Das Tuffvorkommen im Hardtburren.

Von Wittlingen aus nach SO. findet sich an der Spitze eines von N. nach S. ziehenden Querthälchens des Ermsthales eine Senke, in welcher QUENSTEDT auf der Karte Tuff angiebt. Die Örtlichkeit

[1] In Profil 3 sind die östliche und westliche Grenze des Tuffes gegen den Weiss-Jura nur punktiert und mit ? angegeben. Der Tuff dehnt sich offenbar noch weiter, besonders nach NO. bergaufwärts, aus; doch liess sich das z. Z. nicht nachweisen.

heisst „im Hardtbrunnen“ und liegt etwa $1^1/_2$ km von Wittlingen entfernt. Ich fand anstehend dort keinen Tuff, QUENSTEDT erwähnt auch in der Beschreibung von Blatt Urach diese Stelle nicht. Ich vermag daher nichts Näheres auszusagen.

17. Das Tuff-Maar von Gruorn.

Das Dorf Gruorn liegt etwa 5 km ostsüdöstlich von Wittlingen (No. 14) im Gebiete des Weiss-Jura ε. Wenn auch an eine im ε liegende ζ-Mulde grenzend, so ist das Dorf doch keineswegs in einer Senke gelegen. Vielmehr steht der nördliche Teil desselben auf einer kleinen, entschieden aus Weiss-Jura ε bestehenden Anhöhe. Der auf der Karte dort eingezeichnete Tuff ist also entschieden nicht vorhanden.

Der südliche Teil des Dorfes dagegen dacht sich nach S. ab. Hier könnte Tuff anstehen, denn dieser Teil besitzt, im Gegensatz zu dem nördlichen, Quellbrunnen, welche 20—28 Fuss tief sind und stets Wasser haben. Die eingegangenen Erkundigungen ergaben freilich nur die Auskunft, dass Lettenboden in der Tiefe anstehe. QUENSTEDT berichtet indessen mit wenigen Worten von Gruorn, dass im Dorfe Tuff vorhanden sei. Wir stehen mithin sicher auch hier auf dem Boden eines ehemaligen Maares, dessen Kessel jetzt völlig abgetragen ist.

18. Das Tuff-Maar am Hengbrunnen, nördlich von Gruorn.

QUENSTEDT erwähnt kurz „im Hengbrunn am Wege (von Gruorn) nach Aglishardt einen mit viel Epsilongestein gemischten Basalttuff“. Er zeichnet auf der Karte diese Stelle dort ein, wo der nach Aglishardt führende Weg sich anschickt, in das hart südlich dieses Dorfes gelegene, tiefeingeschnittene Katzenthal hinabzusteigen. In dieser Örtlichkeit steht indessen ganz sicher nirgends Tuff an; vielmehr schneidet der Weg überall deutlich in den Weiss-Jura ε ein. Bei der Einzeichnung muss daher eine Verwechselung entstanden sein. Dieselbe lässt sich um so leichter lösen, als sich der Hengbrunn gar nicht an dieser Stelle, nahe Aglishardt, sondern viel näher an Gruorn heran befindet. Etwa 1 km nördlich von letzterem Orte zieht sich, hart am Wege nach Aglishardt beginnend, ein breites flaches Thal nach O., welches in das Katzenthal mündet. In dieser flachen Senke liegt der Hengbrunn. Das Erscheinen von Wasser hier im ε ist bereits verdächtig. Aber wie so oft in Senken, so ist auch in dieser von den Rändern her der Verwitterungsboden des Weiss-Jura in dieselbe hinabgespült und verhüllt

das wirklich Anstehende. Dennoch liess sich nahe an dem genannten Wege von Gruorn nach Aglishardt, an der mit x bezeichneten Stelle der nebenstehenden Skizze, unter diesem Boden ein solcher von tuffiger Beschaffenheit erkennen. Auch die Bodengestaltung erinnert hier an den Überrest eines Maarkessels, dessen westlicher Rand sich in dem breiten Beginn dieses Thales, hart am Wege, noch erkennen lässt; wogegen der östliche Rand durchbrochen ist, so dass sich der einstige Kessel hier in das Thal öffnet.

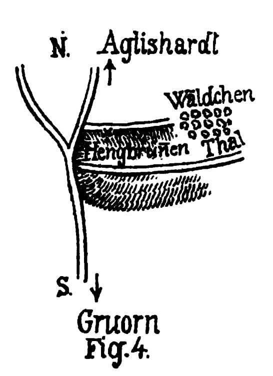


Fig. 4.

Wenn man von Urach aus, im Thale der Erms aufwärts wandernd, Seeburg erreicht hat und nun seine Schritte auf der nach Münsingen führenden Steige südwärts richtet, so tritt man mit dem Erreichen der Albhochfläche in das Innere der grossen Weiss-Jura ζ-Mulde ein, in welcher die Stadt Münsingen liegt.

Diese Mulde ist eingesenkt in die aus ε-Kalken bestehende Hochfläche. Sicher wird hier ζ zu ε ganz in demselben Verhältnisse stehen, in welchem sich die im Innern eines Atolls abgelagerten Schichten zu dem ringförmigen sie einschliessenden Korallenriffe befinden. Allein von einem Atoll wird man hier deswegen nicht reden dürfen, weil die einstigen Korallenriffe, das ε, durchaus nicht einen die Lagune umgebenden Ring bilden. Diese ε-Korallenriffe sind vielmehr in Gestalt einer weit ausgedehnten Hochfläche entwickelt; und in diese sind einzelne Lagunen, mit ζ-Schichten ausgepolstert, eingesenkt. So hier die drei von O. nach W. nebeneinander liegenden ζ-Lagunen von Münsingen, Gächingen und Ohnastetten. Die Verhältnisse sind hier also doch wesentlich andere wie bei den Atolls; nicht daher von solchen, sondern nur von Lagunen wird man in diesem Falle reden dürfen.

In und um diese Lagunen herum liegt nun eine ganze Anzahl von Maaren: In der Lagune von Münsingen befindet sich ganz am Rande derselben dasjenige von Auingen. Dagegen liegen bereits auf der Höhe des diese ζ-Lagunen umgebenden ε-Riffes die drei Maare von Apfelstetten (im S.), vom Hofbrunnen (im N.) und von Dottingen (im W.); dazu die Basaltmasse des Eisenrüttel (im W.). Letztere beide treten bereits auf dem schmalen

rückenartigen Riffe auf, durch welches die Münsinger Lagune von der Gächinger geschieden wird. Diese letztgenannte weist keine Maare auf; nur auf ihrer nördlichen Riffumwallung liegt dasjenige von Sirchingen. Wohl aber finden sich in der westlich daran grenzenden ζ-Lagune von Ohnastetten zwei Maare: dasjenige von Ohnastetten und ein namenloses. Auf der Höhe des dieselbe im N. begrenzenden Riffes endlich das Maar von Würtingen. Diese Maare wollen wir jetzt der Reihe nach betrachten.

19. Das Tuff-Maar von Auingen.

Dieses Dorf liegt ganz an dem SO.-Rande der Münsinger Lagune, 2 km östlich von Münsingen. Die Karte giebt Basalttuff im Bereiche des ganzen Dorfes an und Quenstedt sagt nur die kurzen Worte: „Auingen . . . hat zwar Wasser im Basalttuff, aber derselbe ist so stark mit jüngeren Jurakalken, hauptsächlich ζ-Platten, überladen, dass er selbst dem aufmerksamen Beobachter entgeht.“ Diese Mitteilung stützt sich jedenfalls auf Beobachtungen des Auswurfes damals ausgehobener Brunnen. Anstehend ist nirgends Tuff im Dorfe zu finden; auch macht das O.- und W.-Ende des letzteren ganz den Eindruck, als wenn dasselbe auf anstehendem Weiss-Jura läge, so dass nur der mittlere Teil auf Tuff erbaut wäre. Doch mag das ja, wie Quenstedt's Worte andeuten, täuschen.

Irgend eine kesselartige Vertiefung ist an dieser Stelle nicht zu beobachten. Vielmehr steht die Örtlichkeit nach N. hin mit der grossen ζ-Lagune in offenem und allseitigem Zusammenhange. Trotzdem liegt sicher, nach Analogie mit den anderen, auch hier ein einstiges Maar vor, dessen Kessel jetzt gänzlich zerstört ist.

20. Das Tuff-Maar mit dem Hofbrunnen, O. von Seeburg.

Wenn man das Randecker Maar No. 39 wegen seiner schönen kesselförmigen Gestalt mit Recht als die Perle iu unserem gewaltigen Gebiete einstiger Maare bezeichnen kann, so möchte man geneigt sein, dem hier in Rede stehenden Maare mit dem Hofbrunnen einen ebenso hohen Wert zuzusprechen. Wie jenes, so erscheint uns auch dieses als eine tiefe, wenn auch nicht im gleichen Maasse umfangreiche Einsenkung in die Hochfläche der Alb. Ja, das Maar mit dem Hofbrunnen erscheint durch seine unten spitz zulaufende trichterförmige Gestalt womöglich noch typischer als dasjenige von Randeck, welches mehr kesselförmig gestaltet ist. Und doch ist dieses scheinbar so vollkommene Maar, wenn ich so sagen darf, eine falsche Perle; denn der tiefe Trichter, welchen es uns darbietet, ist

nicht seine ursprüngliche Gestalt, sondern nur eine durch spätere Erosion sekundär erworbene.

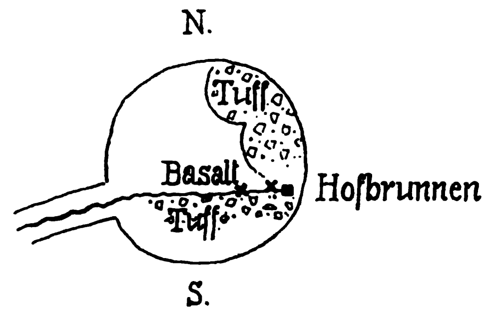
Gegenwärtig ist dieser Erosionstrichter in die aus Weiss-Jura ε gebildete Hochfläche eingesenkt. Dass aber der ursprüngliche Trichter — falls er überhaupt vorhanden war, d. h. falls das Maar nicht bis an den oberen Rand mit Tuff erfüllt war — höher lag, dass er also in dem nun abgetragenen Weiss-Jura ζ ausgesprengt war, dies geht hervor aus zwei verschiedenen Thatsachen.

Einmal nämlich finden sich in dem Tuffe, welcher an der S.- und der O.-Seite des Maares hoch oben fast in gleicher Höhe mit der ε-Hochfläche liegt, Stücke von Weiss-Jura ζ: ein Beweis, dass dieser einst hier vorhanden war.

Zweitens aber erfüllt der Tuff nicht nur den Boden des Trichters, sondern er zieht sich, wie soeben gesagt, an der S.- und W.-Seite fast bis oben hinauf. Wenn das nun lediglich ein dünnerer Belag von Tuff auf den Wänden des Trichters wäre, so könnte man immer noch glauben, dass dieses doch die ursprüngliche Bildung wäre; denn die Innenwand von Maaren ist nicht selten mit einer Decke solcher Auswurfsmassen belegt. Allein namentlich an der SO.- und O.-Seite ist dieser vermeintliche Belag so dick, dass man notwendig annehmen muss, der Tuff habe den heutigen Trichter ehemals ungefähr bis zu der Höhe der jetzigen Hochfläche vollständig ausgefüllt, und die jetzt auf der S.-, W.- und zum Teil auch N.-Wand lagernden Tuffe seien nur die letzten Reste dieser einstigen Füllmasse.

Dass diese Annahme das Richtige trifft, wird aber zweifellos bewiesen durch eine dritte Thatsache. Ausser dem Tuffe findet sich nämlich in diesem Maare auch noch Basalt; und dieser lässt sich an der S.-Seite, wenn man dem vom Hofbrunnen herabkommenden kleinen Wasserrisse aufwärts nachgeht, fast bis oben auf die Hochfläche hinauf verfolgen. Zwar nicht direkt in Form eines festen Basaltganges, sondern nur in derjenigen loser Stücke. Allein die Grösse derselben gestattet keinen Zweifel darüber, dass es sich hier nicht etwa nur um lose Auswürflinge handelt, sondern dass sie der obersten Endigung der Apophyse eines Basaltganges entstammen, dessen Ausgehendes, wie überall in unserem Gebiete, in kugelähnliche Stücke zerfällt. Reicht nun aber ein in dem Tuffe aufsetzender Basaltgang hinauf bis fast zur Höhe der jetzigen Hochfläche, so ist damit auch bewiesen, dass der Tuff hier oben unmöglich der ursprüngliche dünne Belag der inneren Trichterwand sein kann, welcher

aus den lose ausgeworfenen Aschenmassen sich auf diese Wandung herabsenkte. Es wird vielmehr dadurch bewiesen, dass der Tuff hier oben lediglich der letzte Überrest einer, einst den ganzen jetzigen Hohlraum erfüllenden Tuffsäule ist, in welcher der Basaltgang aufsetzte.



Maar mit dem Hofbrunnen
Fig. 4 a.

Die beistehenden beiden Fig. 4a und 4b sollen das Gesagte und noch zu Sagende erläutern. Fig. 4a giebt den Grundriss des Trichters und die Punkte, an welchen Tuff und Basalt sich bis auf

Ehemalige Hochfläche
Ursprünglicher Trichter
Ursprüngl. Boden
W.J. ℨ
Jetzige Hochfläche
W.J. ℰ
Jetziger Erosions-Trichter
Tuff
Basalt

Fig. 4 b.

die Höhe hinaufziehen. Fig. 4b erläutert in einem etwas schematisch gehaltenen Profile das oben Ausgeführte.

Ohne weiteres lässt sich aus Fig. 4a in dem nach N. ziehenden Abflussthale die Ursache erkennen, welche die Entstehung der jetzigen

Trichtergestalt erzeugte. Ganz wie beim Randecker Maar No. 39, so wurde auch bei diesem die Wandung des Trichters durch eine Abflussrinne eingekerbt. Diese letztere bildet hier eine sehr tiefe und enge, durch den Weiss-Jura hindurchgefressene Schlucht, welche nach längerem Verlaufe in das Ermsthal mündet. Durch diese wurden die Tuffmassen so lange aus dem Maare herausgeführt, bis der jetzige trichterförmige Hohlraum aus der Tufffüllung des in die Tiefe führenden Ausbruchskanales ausgehöhlt war.

Gegenwärtig allerdings führt diese Abflussrinne nur die geringe Wassermenge ab, welche hoch oben an der S.-Seite, dem sogen. Hofbrunnen, entspringt. Der denselben speisende Quell tritt aus dem Tuff und Basalt zu Tage unter den Wurzeln einer alten Buche. Einstmals aber, als die Abflussrinne noch nicht bestand und der Maartrichter noch ringsum geschlossen war, wird sich in letzterem wohl, wie bei vielen unserer Maare, ein Wasserbecken befunden haben. Es werden wohl auch, mindestens zu diluvialer Zeit, die dasselbe speisenden Niederschläge reichlicher gewesen sein als heute. Vielleicht war gleichzeitig auch die Oberflächengestaltung damals eine solche, dass von weiterer Umgebung her die Tagewasser in dieses Becken flossen. Auf solche Weise wird die grössere Wassermenge im stande gewesen sein, sich diese tiefe Kerbe in den Rand des Maares und die tiefe, an die Kerbe anschliessende Schlucht auszunagen. *So wurde nach Zerstörung des Maarkessels in der Tuffsäule eine trichterförmige Vertiefung ausgehöhlt, welche ganz so aussieht, als sei sie ein echter, ursprünglicher Maartrichter von vollendet typischer Gestalt: Ein falsches Maar.*

Man erreicht dieses Maar von Urach aus am leichtesten, wenn man im Ermsthale aufwärts bis Seeburg wandert. Dort gabelt sich das Thal, indem links das Fischbachthal mündet, welches zum Maare S. von Hengen No. 15 hinführt. Man folgt daher dem nun bald ganz eng, schluchtartig werdenden Ermsthale aufwärts, an den Thalmühlen vorbei, gegen Trailfingen zu, bis abermals eine Gabelung eintritt, indem linker Hand ein Thal mündet. In dieses letztere biegt man ein und tritt nach kurzer Wanderung durch das enge, in den Rand des Maares geschnittene Thor in den weiten Trichter desselben ein.

21. Das Tuff-Maar von Dottingen.

Auf dem, die Lagunen von Münsingen und Gächingen trennenden ε-Riffe liegt das Dorf Dottingen, 5 km westlich von ersterem

Orte. Auch hier giebt die Karte für die ganze Ausdehnung des Dorfes Tuff an. Jedoch liegen die Kirche und die von O. nach W. verlaufende Hauptstrasse entschieden auf Weissem Jura ε und nur der südlich daran gelegene Dorfteil auf Tuff. In letzterem aber zeigt sich, im Gegensatze zu manchen anderen unserer bereits eingeebneten Maare, ein schöner Kessel, eingesenkt in Weiss-Jura ε.

Diese trichterförmige Bildung erstreckt sich nach S. hin noch über den Umfang des Dorfes hinaus. An seiner tiefsten Stelle, am O.-Ende, befindet sich ein laufender Brunnen und ein Wasserbecken (Hülbe), welches stets Wasser enthält. Nach SO. hin ist der Rand des Maarkessels durch einen entwässernden Graben eingekerbt.

22. Das Tuff-Maar von Apfelstetten.

Bei Apfelstetten, 5 km südlich von Münsingen, hat die vulkanische Thätigkeit auf der Alb ihre südlichste Grenze gefunden. Kein anderes Maar liegt so weit gegen S. vorgeschoben wie dasjenige von Apfelstetten.

Gleichsam als sollte hier an der S.-Grenze dieser vulkanischen Bildungen noch eine Bestätigung unserer Auffassung derselben als Maare erfolgen, finden wir bei Apfelstetten einen der tiefsten Maarkessel von allen. Ein enger, an 80 Fuss tiefer Trichter ist eingesenkt in den Weiss-Jura ε. Nach SW. hin ist der Rand desselben durch ein Abflussthal durchbrochen, welches in das Heimthal mündet.

Tuff ist nirgends anstehend zu finden. Hier kann das nicht überraschen, da der Kessel nach der Bildung desselben sich in ein tertiäres Süsswasserbecken verwandelte, dessen Schichten den Tuff überlagern. Durch Brunnengrabungen sind sie bereits früher gefördert worden, und auch zur Zeit meiner Anwesenheit waren sie in einem neu angelegten Brunnen ausgehoben. Die Anwesenheit von Tuff unter diesen Süsswasserschichten ist jedoch einmal durch das Vorhandensein von Wasser mitten im Weiss-Jura ε, sodann durch Erfunde von Glimmer und Magneteisen nachgewiesen, welche HILDENBRAND im Schutte von Kellern und Brunnen fand.

23. Das Tuff-Maar von Sirchingen.

Im Norden der Gächinger ζ-Lagune, 10 km nordwestlich von Münsingen, liegt das Dorf Sirchingen auf Weiss-Jura ε. Keinerlei Muldenbildung verrät das Dasein eines einstigen Maares. Der Boden ist etwas wellig, nach NO. hin ein wenig abgedacht. Nirgends sieht man Tuff anstehen.

Es haben jedoch die Brunnenschächte, namentlich in der Nähe der Kirche und des Schulhauses, Tuff gefördert. Dabei sind auch, wie Quenstedt berichtet, tertiäre Süsswasserschnecken zu Tage gekommen. Durch diese wird bewiesen, dass an dieser jetzt flachen, eingeebneten, abrasierten Stelle sich früher ein kesselförmiges Maar befand, welches in tertiärer Zeit in ein Süsswasserbecken verwandelt wurde; genau wie bei dem Maare S. von Hengen No. 15 und anderen.

Die Lage des Dorfes Sirchingen ist von Interesse deswegen, weil die europäische Wasserscheide mitten durch dasselbe hindurchgeht. Bei einzelnen Häusern fliessen, wie Quenstedt hervorhebt, die Regenwässer von den beiden Seiten des Daches zur Donau und dem Rhein, zum Schwarzen Meere und zur Nordsee.

24. Das Tuff-Maar von Ohnastetten.

Wie bei Sirchingen, so ist auch bei Ohnastetten, 15 km westnordwestlich von Münsingen, keine Kesselbildung mehr erhalten. Der nördliche Teil des Dorfes liegt hoch; das Gelände schliesst sich hier ganz an die ζ-Fläche an. Nach S. hin aber dacht die Dorfstelle sich ab. Ich habe nichts von anstehendem Tuffe finden können, auch keine losen Stücke im Dorfe gesehen. Quenstedt berichtet jedoch, dass der Basalttuff bei Brunnengrabungen im ganzen südlichen Teil des Dorfes nachgewiesen sei, sowie auch, dass das (damalige) äusserste, gegen Holzelfingen zu gelegene Haus des Dorfes auf Tuff stehe.

25. Das Tuff-Maar von Würtingen.

Im NNO. von Ohnastetten liegt, gut 2 km entfernt, das Dorf Würtingen. Dasselbe ist gleichfalls auf dem Boden eines Maares erbaut, welches eingesprengt war in die aus ε-Kalk bestehende Nordwand der Lagune von Ohnastetten. Die einstige Oberflächengestaltung ist jetzt aber verändert; denn der Boden der heute vorhandenen grossen Vertiefung, welche sich hier im Weiss-Jura ε befindet, dürfte schwerlich ganz mit Tuff erfüllt sein. Vielmehr scheint dieselbe durch die Erosion erst später entstanden, oder doch aus einer späteren Erweiterung des ursprünglichen Maarkessels hervorgegangen zu sein. Wie umgestaltend hier die Erosion gewirkt hat, geht auch daraus hervor, dass der Tuff zum Teil in Form eines Buckels emporragt. Er steht in der von S. nach N. laufenden Strasse des Dorfes an. Wäre wirklich die ganze Vertiefung mit Tuff erfüllt, was sich nur

durch Bohrungen feststellen liesse, so läge hier ein recht grosses Maar vor.

26. Der Tuffpunkt zwischen Würtingen und Ohnastetten.

Die Weiss-Jura ζ-Lagune von Ohnastetten sendet zwischen dieses Dorf und Würtingen einen zungenförmigen Fortsatz hinein, welcher dann in ein nach NW. ziehendes Erosionsthal übergeht. Von anstehendem Tuffe konnte ich hier nichts finden. Auch QUENSTEDT sagt nur, dass im Untergrunde des Ackers der sogen. Leinhalde „im gelben Lehm ein etwas dunkler Thon mit grünlich-grauen, roten und weissen Punkten, verwitterten Kügelchen, aber ohne eine Spur von Bohnerz“ liege. „Grössere steinmarkartige Stücke scheinen nichts als verwitterter Granit zu sein, das Ganze muss wohl zum verwitterten Basalttuff gehören.“ Es ist mithin noch nicht sicher bewiesen, dass wirklich Tuff vorliegt.

27. Der ? Tuffgang zwischen Ohnastetten und Gächingen.

In einer Einsenkung zwischen zwei Höhen des ε-Kalkes liegt hier eine weite, ebene Ackerfläche, welche in die nördliche Fortsetzung des grabenförmigen Lonsinger Thales mündet. Auch hier ist nichts von Tuff zu sehen. Wie QUENSTEDT jedoch angiebt, hatte nördlich von dem berühmten Lonsinger Hungerbrunnen „1857 ein Bauer Lohrmann von Lonsingen einen $1^1/_2$—2 Fuss dicken Gang von Basalttuff erschürft, worin der vulkanische Glimmer und braune Bolus ihm falsche Hoffnung auf Erz gab.“ Danach würde dieses Vorkommen ein ganz besonderes Interesse besitzen, weil hier die Ausfüllung einer nur $1^1/_2$ bis 2 Fuss mächtigen Spalte mit Tuff vorliegt, welche — nach Analogie mit allen unseren anderen Vorkommen — durch einen selbständigen Ausbruch sich vollzog.

Man wird sich indessen nicht notwendig vorzustellen haben, dass die Spalte eine so geringe Breite überall besessen haben müsse. Es ist vielmehr sehr viel wahrscheinlicher, dass man hier nur das sich auskeilende Ende eines im übrigen sehr viel breiteren Ganges angefahren hat. Vielleicht handelt es sich auch nur um eine Apophyse, bezw. um die seitlichen Ausläufer eines grossen weiten Kanales, welcher rundlichen Querschnitt besitzt, also gestaltet ist wie die anderen Kanäle unserer Maare.

28. und 29. Die Tuff-Maare von Gross- und Klein-Engstingen.

Wie ausserordentlich schwer es unter Umständen sein kann, das Vorhandensein von Tuff auf der Alb völlig sicher zu erkennen,

davon liefern den besten Beweis die beiden nahe beieinander liegenden Maare von Gross- und Klein-Engstingen.

Neben dem Maare von Apfelstetten (No. 22) sind diese beiden Maare die südlichst gelegenen der Alb. Sie finden sich etwa 17 km westsüdwestlich von Münsingen, nahe dem Beginn des Honauer Thales. In einer grösseren Weiss-Jura δ-Fläche tritt hier eine langgestreckte, unregelmässig begrenzte Erosions-Senke auf, inmitten deren die beiden Dörfer liegen.

Diese Senke hat in ihrer unregelmässigen Gestalt durchaus nichts einem typischen Maare Ähnliches. Man sträubt sich daher gegen die Annahme, diese ganze Niederung sei mit Tuff erfüllt, sei der Boden eines Maares. Man wird vielmehr wiederum, wie bei dem Maar von Würtigen (No. 25) und anderen, zu der Auffassung einer späteren Erweiterung durch die Erosion gedrängt. Die beiden Maarkessel sind danach, indem die Erosion zunächst ihre Ränder zerschnitt, zu einem einzigen zusammengeflossen, während sich zugleich ihr Umkreis immer mehr erweiterte.

Wie der jetzt begonnene Bau der Bahnstrecke Honau—Münsingen aufschliesst, ist — mindestens die Gegend nordwestlich von Klein-Engstingen und die des Dorfes selbst — mit einer 1—3 Fuss mächtigen Schicht schwarzer Erde bedeckt; nördlich des Dorfes wurde auch Bohnerz von der Bahnstrecke durchfahren. Nach den von mir im Dorfe gesammelten Nachrichten sind die Brunnen 15—20 Fuss tief; sie sollen unter jener schwarzen Schicht gelbe Letten mit Stücken von Weiss-Jurasteinen ergeben haben. Genau dieselbe Auskunft erhielt ich in Gross-Engstingen, in welchem die Brunnen auf 12—14 Fuss Tiefe angegeben werden. Tuff wollte niemand gefunden haben.

Man möchte danach annehmen, dass diese Niederung von einer mindestens bis zu 20 Fuss mächtigen Lehmmasse mit Weiss-Jurabrocken bedeckt ist, auf welcher sich später ein alluvialer schwarzer Boden bildete. Diese Senke ist sumpfig; daher erklärt sich der schwarze Boden, welcher zuoberst liegt; namentlich wird sie das in prähistorischer Zeit gewesen sein. Der bis zu 20 Fuss mächtige Lehm mit Weiss-Jurabrocken unter dieser schwarzen Erde ist wohl nur aus dem Verwitterungsschutt hervorgegangen, welcher bei der Abtragung der Kesselränder von diesen in den Kessel hinabgespült wurde.

Das Vorhandensein einer sumpfigen und quelligen Gegend spricht hier im Gebiete des Weiss-Jura δ allein schon für das Dasein des

Tuffes unter dem Lehm, freilich könnte immerhin eine sehr mächtige Lehmdecke auch das Entstehen von Quellen begünstigen. Es ist daher von entscheidender Wichtigkeit, dass bereits Schübler die verwitterten Erdmassen geschlämmt und dabei Glimmer, Tuffbrocken und zersetzte Granitstücke gefunden hat. Dieselben befinden sich in der Tübinger Sammlung und weisen zweifellos auf Tuff hin.

Man vermag jedoch nicht zu erkennen, ob es sich hierbei um Auswurfsmassen von Brunnen handelt, welche sich unterhalb des gelben Lehmes fanden; oder ob letzterer gar nicht überall unter der schwarzen Erde liegt, so dass die betreffende untersuchte schwarze Erde schon an der Oberfläche das Verwitterungsprodukt des Tuffes darstellen würde. Wie dem auch sei, das Vorhandensein von Tuff in der Tiefe ist durch jene Schlämmanalyse Schübler's erwiesen.

In Klein-Engstingen befindet sich eine kohlensaure Quelle.

I c. Die auf der Hochfläche von Blatt Kirchheim u. T. gelegenen Maare.

Die Hochfläche der Alb ragt im Bereiche des Blattes Kirchheim u. T. nur in die südöstlichste Ecke mit zwei Ausläufern bezw. Halbinseln hinein. Die eine, zwischen dem Neuffener Steinachthale im W. und dem Kirchheimer Lauterthale im O., trägt drei Maare: zwei bei Erkenbrechtsweiler und eines westsüdwestlich von diesem Orte. Die andere Halbinsel zwischen dem genannten Kirchheimer Lauterthale im W. und dem Lindachthale im O. bietet uns fünf bezw. sechs Maare; bei der Diepoldsburg und dem Engelhof. Sodann ein Punkt südöstlich des letzteren; ferner bei der Teckburg, in der Torfgrube und endlich das bekannteste von allen, das grosse Randecker Maar. In diesem Abschnitte sollen jedoch nur die vier letztgenannten besprochen werden; die beiden erstgenannten dagegen im nächsten Abschnitte unter den „am Steilrande der Alb aufgeschlossenen“.

30. und 31. Die beiden Tuff-Maare bei Erkenbrechtsweiler.

Ungefähr 8 km nordnordöstlich von Urach liegt, ganz nahe dem dortigen Nordrande der Alb, auf Weiss-Jura δ das Dorf Erkenbrechtsweiler. Auf Blatt Kirchheim der geognostischen Karte von Württemberg sind nun im Dorfe zwei langgestreckte, von NW. nach SO. streichende Tuffgänge eingezeichnet. Auch deutet. Deffner in den Begleitworten[1] an, dass sich genau im Streichen dieser Gänge südostwärts eine Fortsetzung derselben in Form einer langgestreckten

[1] Auf S. 30 unter No. 25 und S. 33 unter No. 29.

Senke oben auf der Hochfläche bemerkbar mache[1], welche auf die Tuffnadel des Conradsfelsen zulaufe. Wir würden auf solche Weise eine mit Tuff erfüllte schmale Spalte von $2^1/_4$—$3^3/_4$ km Länge erhalten, wie das Fig. 5 anzeigt.

Ich kann mich weder mit der ersteren noch mit der letzteren Auffassung befreunden. Bezüglich der ersteren glaube ich, dass Deffner hier ebenso irrtümlicherweise langgestreckte Spalten angenommen, also Gänge konstruiert hat, wie er das beim Engelhof und der Diepoldsburg (No. 40 und 41), sowie bei Gutenberg (No. 42—45) mit Unrecht gethan hat. Derartig lange schmale Gänge von Tuff kommen in unserem Gebiete bemerkenswerter Weise nur als grösste Ausnahme vor[2]. Es handelt sich vielmehr fast stets nur um Gänge von rundlichem oder elliptischem Querschnitt, welche aber natürlich bei schrägem Anschnitte länger gestreckt zu sein scheinen.

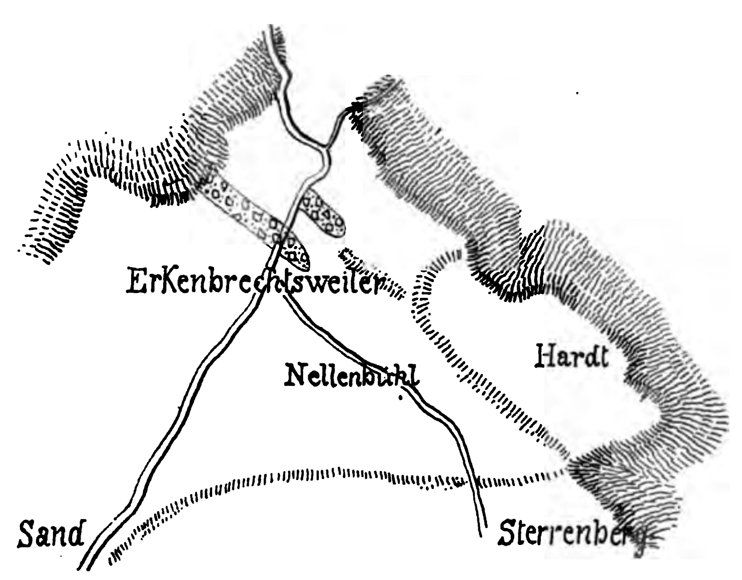
Meiner Ansicht nach liegen uns bei Erkenbrechtsweiler zwei derartige Gänge von elliptischem Querschnitte vor, d. h. die in die Tiefe führenden Kanäle zweier Maare, deren Kessel bereits zum grössten Teile abgetragen sind. Als solche habe ich dieselben denn auch in die dieser Arbeit beigegebene Karte eingezeichnet.

30. Das Tuff-Maar im Dorfe Erkenbrechtsweiler.

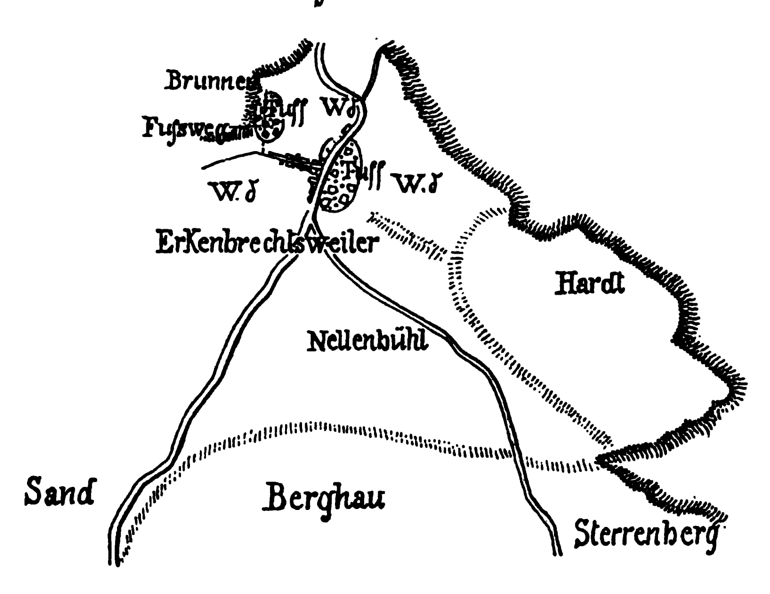
Nähert man sich Erkenbrechtsweiler von NO. her auf der von Beuren bezw. Owen dorthin führenden Strasse, so hat man gleich bei den ersten Häusern nicht etwa einen von NW. nach SO. ziehenden langen Gang vor sich, sondern ein kleines, flaches, ovales Becken, welches gerade umgekehrt ein wenig von NNO. nach SSW. gestreckt ist. Infolge der die Aussicht hindernden Häuser ist das natürlich erst nach einigem Absuchen zu erkennen. Allein man kann die Umgrenzung dieses Beckens verfolgen an den dasselbe umgürtenden niedrigen Höhen von Weiss-Jura δ, in welchen das Becken eingesenkt ist. Letzteres stellt sich also dar als der letzte Überrest eines einst tieferen Maarkessels. Ein Teil der Umwallung verläuft parallel mit der Hauptdorfstrasse. Hart hinter den an der nordwestlichen Seite derselben stehenden Häusern ist sie zu erkennen und lässt sich bis an die rechtwinkelig nach NW. abbiegende zweite Dorfstrasse verfolgen. Auf der linken, südöstlichen Seite der Hauptdorfstrasse tritt die

[1] Zwischen Hardt im O. und Nellenbühl im W. verlaufend.

[2] So südöstlich von Böttingen No. 3. Vergl. auch bei Hülben No. 12 und bei Ohnastetten No. 27, bei welchen beiden Orten möglicherweise Derartiges auftreten könnte.



Die beiden Gänge bei ErKenbrechtsweiler
Vergröss. Kartenbild.
d. geolog. K. v. Württemberg
Fig. 5.



Die beiden Maare bei ErKenbrechtsweiler
Fig. 6.

Weiss-Jura-Umrandung weiter von den Häusern zurück und wird dort zugleich noch niedriger. Doch lässt sie sich bis zur Vereinigung mit jener nordwestlichen Umrandung verfolgen, wie das aus der folgenden Fig. 6 ersichtlich ist, welcher zum Vergleich das Bild der geologischen Karte von Württemberg in Fig. 5 gegenübergestellt ist.

Es fragt sich nun, ob sich die Erfüllung dieses Beckens mit Tuff erweisen lässt. Gleich bei den äussersten Häusern ist dies möglich. Nach den im Dorfe von mir eingezogenen Nachrichten hat sich in den Kellern der ersten drei Häuser an der SO.-Seite der Strasse Tuff gefunden[1]. Auf der gegenüberliegenden, nordwestlichen Seite der Strasse hat sich der Tuff in den Kellern der ersten vier Häuser gefunden. Auf einer Längserstreckung von 150 Schritt lässt sich also das vulkanische Gestein zu beiden Seiten der Strasse verfolgen. Ob nun auch noch weiter gegen SW., im Innern des Beckens, Tuff ansteht, konnte ich nicht erfahren[2]. Nach der Oberflächengestaltung aber ist das wahrscheinlich.

31. Das Tuff-Maar nördlich des Dorfes Erkenbrechtsweiler.

Wenn man, von Beuren auf der Chaussee kommend, das Dorf Erkenbrechtsweiler betreten hat und auf der Dorfstrasse gegen SW. weiter wandert, so biegt, nahe der Kirche, rechts eine zweite Dorfstrasse ab. Verfolgt man diese bis an die Wasserhülbe, d. h. bis an den Punkt, an welchem diese Strasse anzusteigen beginnt, so führt hier rechts ein Weg nach NO. ab. Derselbe geht tief eingeschnitten, stark bergab zu einer Quelle und weiter abwärts. Auf der ganzen Strecke von der Wasserhülbe bis hinab zu der Quelle durchschneidet dieser Weg den Tuff; d. h. er läuft mitten durch den Maarkessel, welcher wie der im Dorfe gelegene etwas langgestreckt ist und zwar fast von S. nach N.

Was nun die Umrandung dieses Maarkessels anbelangt, so macht sich dieselbe im SW., S. und O. sehr deutlich bemerkbar in Gestalt der Weiss-Jura δ-Höhen, welche sich ostwärts bis zum Dorfe hinziehen, auf solche Weise dieses Maar von dem im Dorfe ge-

[1] Bei Hausmann erstes Haus, Karl Dietrich zweites Haus, nochmals Karl Dietrich drittes Haus.

[2] Hinter Karl Dietrich, also im vierten Hause an der SO.-Seite der Dorfstrasse, soll Bohnerz im Keller gefunden sein. Da Bohnerz sehr häufig in den Tuffen vorkommt, so wäre dies noch durchaus kein Beweis gegen das Vorhandensein von Tuff.

legenen trennend. Auch auf der W.-Seite findet sich anfänglich[1] noch Weiss-Jura als Umrandung des Maares. Weiterhin aber fehlt eine solche aus dem Grunde, weil hier das Maar bereits am Steilabfalle der Alb liegt, also von diesem, bezw. von dem von Beuren heraufziehenden Thale seitlich angeschnitten wird.

Von Schichtung habe ich hier nichts im Tuffe bemerken können. Deffner erwähnt jedoch einer solchen; sie mag also hier und da vorhanden sein. Da wir uns hier in dem obersten Niveau des in die Tiefe hinabsetzenden mit Tuff erfüllten Kanales befinden, d. h. auf dem Boden des Maarkessels, so wäre es leicht erklärlich, wenn hier einige Tuffschichten auftreten sollten. Die Maare waren, mindestens zum Teil, in späterer Zeit mit Wasser erfüllt, welches den von den Rändern des Kessels hinabgespülten Tuff auf dem Boden desselben zu Schichten ausbreitete.

Dass nun dieses Maar nach O. hin von dem ersteren im Dorfe durch Weissen Jura getrennt ist, das unterliegt keinem Zweifel. Dagegen bin ich nicht völlig im Klaren über die Begrenzung desselben an seinem schmalen S.-Ende. Ich vermag auf der mit Häusern besetzten Dorfstrasse und in den hinter diesen, nach W. hin liegenden Gärten und Feldern nicht sicher zu erkennen, ob der Tuff hier über die Dorfstrasse hinübersetzt, oder wie ich es zeichnete, vor derselben schon endigt. Ohne Bohren wird man hier nicht zu einer sicheren Entscheidung gelangen.

Ebensowenig wie ich nach dem Gesagten in diesen beiden Tuffvorkommen langgestreckte Gänge erblicken kann, ebensowenig vermag ich auch Deffner's Auffassung zu teilen, dass sich diese Gangspalte gegen SO. als Einsenkung in der Hochfläche bemerkbar mache und auf den Conradsfels weisend fortsetze. Wie die Schattierung auf den obigen Fig. 5 und 6 zeigt, sind zwei in Bogen gekrümmte Thalfurchen vorhanden: die eine am „Sand" beginnend und von W. nach O. laufend. Die andere nördlich vom Hardtwalde beginnend und gleichfalls, wie jene erstere, in das Thal mündend, welches zwischen Hardt und Sterrenberg spitz in die Hochfläche einschneidet. Die eine wie die andere dieser Thalfurchen sind meines Erachtens nach nur Erosionsbildungen. Wäre namentlich die letztere, welche Deffner im Auge hat, der oberflächliche Ausdruck einer Spalte, dann müsste sich eine solche Spaltenbildung, bezw. ein gegen die Spalte

[1] Wenn man nämlich bei der Wasser-Hülbe in jenen, das Maar durchschneidenden Weg einbiegt.

stattfindendes Einfallen der Schichten, dort erkennen lassen, wo diese Spalte vom Steilabfalle senkrecht angeschnitten ist. Das müsste also der Fall sein da, wo jene beiden obigen Thalfurchen in das erwähnte, keilförmig in die Hochfläche einschneidende Thal münden. In dieses letztere führt ein Fussweg hinab. Deutlich lassen die Aufschlüsse an demselben erkennen, dass es sich weder um eine Bruchlinie mit Senkung des einen Flügels handelt; noch um eine solche, welcher von beiden Seiten her die Schichten zufallen (wie wohl Deffner meinte); noch gar um eine mit Tuff ausgefüllte Spalte. Deutlich müsste man das am Steilrand erkennen können, denn die Spalte müsste hier ausstreichen. Es liegt also sicher nur eine durch Wasser ausgefurchte Erosionsrinne vor, nicht aber eine Spalte.

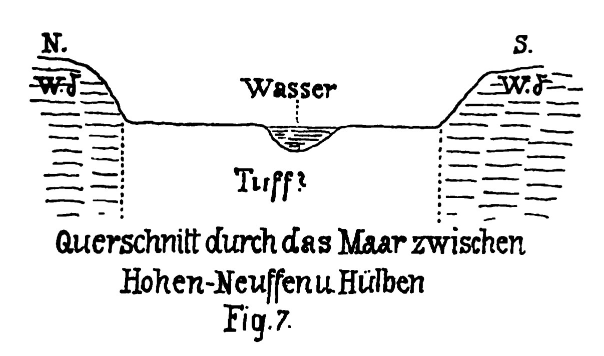
Keine dieser Erosionsrinnen setzt auch bis ins Dorf fort, d. h. bis an den dortigen Tuff. Von der letztgenannten zweigt sich allerdings, ungefähr da, wo sie nach Norden umgebogen ist, eine zum Dorfe führende weitere Erosionsrinne ab. Allein dieselbe erreicht das Dorf gar nicht, sondern endet an der, das Maar dort im S. begrenzenden Weiss-Jura-Umrandung.

32. Das Tuff-Maar an der Viehweide, westlich von Erkenbrechtsweiler.

Die geologische Karte von Württemberg verzeichnet an der hier in Rede stehenden Örtlichkeit keinen Tuff. Herr Oberamtsarzt Dr. Kamerer machte mich jedoch auf dieselbe aufmerksam und sprach die wohl gerechtfertigte Vermutung aus, dass hier Tuff anstehen dürfte. Angenscheinlich handelt es sich denn auch um ein Maar, dessen Umwallung fast ringsherum sehr gut erhalten ist. Der betreffende Punkt liegt an dem von Hülben nach Hohen-Urach, hart am Steilabfalle der Alb hinführenden Fusswege; nahe südlich von dem Triangulationssteine und gut 2 km westsüdwestlich von Grabenstetten. Dort findet sich eine beckenförmige Vertiefung, welche etwa 25 Fuss in den Weiss-Jura δ eingesenkt ist, während der Durchmesser 150—180 Schritt beträgt. An der tiefsten Stelle des horizontalen Becken-Bodens befindet sich abermals eine 30 Schritt breite und 50 Schritt lange Vertiefung, in welcher stets Wasser steht. Die folgende Fig. 7 giebt ein Bild dieser Verhältnisse.

Der horizontale Thalboden und die verhältnismässig nicht bedeutende Höhe der Ränder des Beckens erzeugen eine Bildung, welche einem typischen Maartrichter allerdings nicht gleicht. Allein die Ränder sind an vielen unserer Maare sogar gänzlich abgetragen;

ihre geringe Höhe darf also nicht befremden. Der horizontale Thalboden ist die natürliche Folge der in den Kessel hineingespülten Massen, welche ihn auffüllten. Das Vorhandensein von Wasser aber hier im wasserarmen δ ist ein sicherer Beweis für das Dasein des Tuffes in der Tiefe, mithin für die Maarnatur dieses Beckens. Dasselbe steht bereits ganz nahe an dem senkrechten Steilabfalle der



Querschnitt durch das Maar zwischen Hohen-Neuffen u. Hülben
Fig. 7.

Alb. Nur noch ein kurzer geologischer Zeitraum und der in die Tiefe führende Ausbruchskanal wird mit seiner Tufffüllung angeschnitten sein. Gegenwärtig ist nirgends der Tuff zu sehen.

33. Das Tuff-Maar südöstlich vom Engelhof.

Gerade östlich von Unter-Lenningen liegt oben auf Weiss-Jura δ der Engelhof. Geht man von letzterem auf der nach Ober-Lenningen südwärts führenden Strasse, so gelangt man bereits nach wenigen Minuten noch vor dem Walde an eine Senke, welche von OSO. nach WNW. streichend, den Weg schneidet. In dieser Senke steht unter der Ackerkrume, östlich dieses Weges, Tuff an. Nach der Oberflächengestaltung sollte man meinen, dass die ganze Senke von Tuff erfüllt sei, dass man also einen in der genannten Richtung streichenden Gang von vielleicht $^1/_6$ km Länge vor sich habe. Indessen ist es sehr fraglich, ob diese breite Rinne in ihrer ganzen Erstreckung Tuff in der Tiefe birgt, oder ob nicht vielmehr Tuff nur am oberen, östlichen Ende auftritt. Dergestalt, dass wir hier ein kleines Maar vor uns hätten, dessen Ränder noch auf der O.-, N.- und S.-Seite erhalten sind, während der W.-Rand durch Erosion zerstört wurde. Auf der W.-Seite würde dann der Boden des Maarkessels in diese Erosionsfurche übergehen. Ich habe auf der beigegebenen Karte die Dinge in dieser Art dargestellt, also nur ein rundes Maar eingezeichnet. Anstehender Tuff findet sich bis jetzt nur am östlichen

Ende desselben. Die geologische Karte von Württemberg kennt dieses Vorkommen noch nicht. Ich wurde durch den Besitzer des Engelhofes auf dasselbe aufmerksam gemacht.

34. Das ehemalige Tuff-Maar bei der Teckburg.

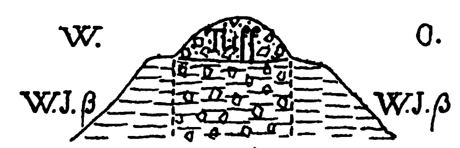
Der Randecker Plateau-Halbinsel entspringt ein langer, nach NW. gerichteter, spornförmiger Ausläufer; ein Analogon desjenigen, welcher an seinem N.-Ende ein anderes einstiges Maar, den heutigen vulkanischen Jusiberg (No. 55), trägt. In genau derselben Weise wie dort, so haben wir nun auch hier am N.-Ende des Spornes eine vulkanische Masse. Am Jusiberg jedoch ist diese bereits an die äusserste Spitze desselben gerückt. Sie hängt daher nur noch an der Rückseite mit diesem zusammen und ist an den drei anderen Seiten bereits aus dem Körper des Weiss-Jura herausgeschält. Hier bei der Teck dagegen ist die vulkanische Masse noch nicht völlig bis an die Spitze des Spornes vorgerückt; sie liegt daher noch rings von dem, wenn auch bereits ganz schmal gewordenen Körper der Alb umschlossen. In, geologisch gesprochen, kurzer Zeit wird aber auch hier der Sporn so weit abgetragen sein, dass der ihn durchbohrende Tuffgang vorn und an den Seiten freigelegt ist. Dann wird der einzige Unterschied zwischen diesem Gange und dem des Jusi nur noch ein sehr unwesentlicher sein: derjenige der Grösse. Ein Mittelglied zwischen diesen beiden Stadien der Herausschälung ist das Randecker Maar, bei welcher erst die eine nach aussen gelegene Seite entblösst ist, während es mit den drei anderen noch im Körper der Alb steckt. Allerdings ist hier die äussere Ähnlichkeit mit jenen beiden keine so schlagende, weil das Randecker Maar nicht an der Spitze eines schmalen, sondern an der eines wesentlich breiteren Ausläufers der Alb gelegen ist. Dem inneren Wesen nach aber ist die Sache ganz dieselbe.

Ich habe diese Vergleichung der beiden Vorkommen mit demjenigen bei der Teckburg der Betrachtung des letzteren vorangeschickt, um dem Leser gleich die richtige Vorstellung von dem Kern der Sache zu geben. Das ist wünschenswert, da unser vulkanisches Vorkommen doch infolge des geringeren Betrages seiner Herausschälung aus der Alb so ganz anders aussieht als der Jusiberg und infolge der Abtragung seines Maarkessels auch so ganz anders als das Randecker Maar. Keine Vertiefung wie bei diesem ist vorhanden, sondern umgekehrt eine Erhöhung.

Während die Randecker Halbinsel in ihrem südlichen Teile noch

Weiss-Jura ε und ζ trägt, ist der nördliche nur noch mit δ bedeckt. Auf dem dieser Halbinsel entspringenden, nach N. vorgerückten Sporn ist aber auch bereits der Mittlere Weiss-Jura, bis auf einen kleinen von der Teckburg gekrönten Überrest verschwunden. Nur α und β beteiligen sich noch am Aufbau desselben.

Wenn man diese Höhe der alten Teckburg verlässt und nach Norden hinabsteigt, so gelangt man schnell durch γ in das obere β, welches hart an dem nach Bissingen führenden Wege in wagerechten Schichten ansteht. Wir folgen diesem Wege jedoch nicht, sondern überschreiten den gegen Owen führenden Weg, welcher quer über den Sporn, also von O. nach W. an der Schutzhütte vorbeiläuft. Sofort steigt jenseits dieses Weges abermals der Rücken des Spornes an, um einen in SN.-Richtung langgestreckten Wulst zu bilden. An Stelle des Buchenwaldes, der uns bisher begleitete, tritt plötzlich Nadelholz: ein sicheres Zeichen, dass der Untergrund ein anderer



Querschnitt durch den Teck-Sporn.
Fig. 8.

geworden ist, dass hier also Tuff ansteht, wenn derselbe auch durch Weiss-Juraschutt verhüllt ist.

Ein eigentlicher Aufschluss fehlt; es zeigen sich jedoch Fuchslöcher. Das ist ebenfalls verdächtig, da diese natürlich in dem harten β-Kalk, in dessen Niveau wir uns hier befinden, nicht gegraben sein könnten. Untersucht man daher den Auswurf, so findet sich denn auch zu Tage geförderter Tuff.

Nun beachte man die folgende Lagerung: Wir stehen oben auf einem verhältnismässig schmalen Wulst und finden anstehenden Tuff. Zur Rechten wie zur Linken in etwas tieferem Niveau haben wir aber anstehenden Weiss-Jura β, welcher die Flanken des Wulstes bildet, wie das der obige ostwestliche Querschnitt zeigt.

Wie soll man eine solche Lagerung deuten? Der Tuff könnte dem β aufgelagert sein. Aber welche Kraft sollte ihn hier oben auf den schmalen Grat gebracht haben und wann soll das geschehen sein? Wasser oder Eis können das, wie wir sahen, nicht getha

haben. Es könnte also höchstens der Aschenauswurf eines benachbarten Vulkanes, des Randecker Maares, vorliegen. Dieser erfolgte zu mittelmiocäner Zeit. In dieser Zeit aber waren sicher von dieser vorderen Spitze des Spornes das δ und γ noch nicht abgetragen, denn noch heute erheben sich beide Stufen hart hinter dem Tuffe im Süden desselben. Zur Zeit des Ausbruches erstreckten sie sich also zweifelsohne weiter nach Norden. Wäre mithin damals der Tuff vom Randecker Maar her auf diese Stelle geworfen worden, so müsste er auf δ liegen, nicht aber auf dem damals noch gar nicht freigelegten β.

Obgleich sich also nichts Näheres als das Gesagte über die Lagerung unserer Tuffmasse beobachten lässt, genügt dies doch um festzustellen, dass eine Auflagerung des Tuffes unmöglich stattfinden kann. Ist dem aber so, dann bleibt nur Einlagerung übrig: Wir haben also einen Tuffgang vor uns, welcher die Alb senkrecht durchsetzt und mit seinem Kopfe in Gestalt eines etwas über seine Umgebung erhabenen Wulstes aus β herausschaut.

Aber ich sprach in der Überschrift von einem Maare bei der Teckburg. Von einem typischen Maare ist nun allerdings hier nicht das Mindeste zu sehen, denn alle Eigenschaften, durch welche ein solches gekennzeichnet ist, fehlen. Und doch war sicher einst an dieser Stelle ein Maar, der Kessel eingesprengt in γ und δ, vielleicht auch ε. Dieser Kessel ist jetzt völlig abgetragen, nun ragt der tufferfüllte Ausbruchskanal bereits als Erhöhung in die Luft. Darin liegt das sehr Bemerkenswerte dieses sonst so völlig unscheinbaren, aufschlusslosen Vorkommens.

Läge dasselbe unten im Vorlande der Alb, so würde ich wenig Aufhebens von demselben machen. Dort finden wir in grosser Anzahl derartige Tuffgänge, welche wulst- oder kegelförmig emporragen und einst oben, als dort die Alb noch stand, auf dem Boden eines Maarkessels mündeten. Aber hier oben auf der Alb finden wir der Regel nach noch Vertiefungen: Entweder wohlerhaltene Maarkessel wie den von Randeck, oder halbzerstörte mit durchfurchten Kesselwandungen, oder auch ganz abgetragene bezw. eingeebnete Kessel. Aber das gehört zu den grossen Seltenheiten auf der Alb, dass nun nicht nur die Kesselwandung völlig abgetragen ist, sondern dass auch das Nebengestein des Maarganges bereits abgeschält wird, so

dass der Kopf desselben herausschaut. Den Beginn eines solchen Vorganges sehen wir allerdings auch in den Maaren von Würtingen und Böhringen (No. 25 und 9). Dort bildet der Tuff ebenfalls bereits, wenn auch nur von einer Seite her, eine kleine Erhöhung. Aber diese Verhältnisse sind doch dort mehr verschleiert, weil ein Dorf die Stelle deckt.

Ich kehre zu dem durch die Fuchslöcher verursachten Aufschlusse in unserem Tuffgange zurück. An dieser Stelle, nahe dem nach Owen führenden Querwege, ist sicher Tuff vorhanden. Wie gross aber die Ausdehnung desselben nach N. hin ist, das entzieht sich der Beobachtung. Dichter Wald deckt den Kamm, dichter Weiss-Juraschutt bedeckt den Boden desselben. Liegt überall unter diesem Schutte Tuff, dann muss der Querschnitt des Ganges ein stark ovaler sein. Deffner zeichnet denn auch hier einen langgestreckten Tuffgang ein und zwar auf Grund des Schuttwalles.



Teck von Weilheim aus
Fig. 9

Allein dieser letztere könnte sehr wohl nur ein Erosionsrest des einst hier über dem β angestandenen γ und δ sein; es braucht keineswegs daher unter der ganzen Erstreckung des Schuttwalles verborgen zu liegen. Nach Analogie mit unseren anderen Tuffgängen ist das auch gar nicht wahrscheinlich. Ich habe daher in dem hier eingeschalteten Profil angenommen, dass unser Tuffgang nicht so weit nach N. reicht; das entbehrt jedoch der sicheren Begründung und ist Annahme. Hervorzuheben ist, dass Deffner in diesem Tuffe Zirkon gefunden hat.

Um das soeben beschriebene Teckmaar herum liegen noch weitere vulkanische Vorkommen. Man möchte dieselben gern im Zusammenhange mit jenem abhandeln, da sie ihm so nahe liegen. Das ist aber nicht statthaft, da wir hier nur von den oben auf der Hochfläche der Alb gelegenen Maaren sprechen. Bereits das obige Vorkommen bei der Teckburg fällt infolge von Erosion derart aus

dem Rahmen dessen, was man Maar nennt, heraus, dass ich mir damit helfen musste, dasselbe als „ehemaliges“ Maar zu bezeichnen[1].

35. Das Tuff-Maar der Torfgrube bei Ochsenwang.

Von dem bekannten Randecker Maar nur durch einen Rücken von Weiss-Jura δ getrennt, liegt im S. desselben die „Torfgrube“. Es ist das ein ziemlich ausgedehntes Torfmoor, welches sich in einer Einsenkung gebildet hat. Das Dasein eines Torfmoores auf der Wasser durchlassenden Hochfläche; während gerade ein undurchlassender Untergrund die Bedingung für das Entstehen des Moores war, muss den Verdacht nahelegen, dass unter dem Torfe vulkanischer Tuff ansteht. Schon Deffner bemerkt, dass das dicht benachbarte Randecker Maar sich heute genau ebenso in Gestalt eines in flacher Einsenkung gelegenen Torfmoores darstellen würde, wenn in den Rand desselben nicht ein tiefes entwässerndes Erosionsthal eingeschnitten wäre. Dieses verhinderte die allmähliche Auffüllung des Maarkessels durch hinabgespülten Gesteinsschutt und seine Umwandlung in ein Torfmoor, indem es in gleichem Masse die hinabgespülten Schuttmassen wieder entfernte und zugleich das Becken entwässerte.

In neuerer Zeit hat dann Endriss auch[2] nachgewiesen, dass im mittleren Teile des Beckens unter dem Torfe ein Thon ansteht, welcher Magnetit und Glimmer enthält und wohl aus der Zersetzung vulkanischen Tuffes hervorgegangen ist. An verschiedenen anderen Stellen fand Endriss zweifellosen Tuff[3]. In dem nördlichen Teile des Beckens hat sich eine Anzahl von Erdfällen gebildet, welche jetzt die Entwässerung des Moores besorgen. Im südlichen Teile geschieht dies durch den Tiefenbach. Beide Teile sind durch einen flachen Rücken voneinander getrennt. Derselbe ist jedoch späterer Entstehung, da unter demselben gleichfalls jener Thon ansteht, so dass wir das Ganze als eine einzige zusammengehörige Einsenkung auffassen müssen.

Denkbar wäre es nun ja allerdings, dass der in der Tiefe der

---

[1] Die vier anderen Vorkommen möchte ich aus praktischen Gründen nicht auseinanderziehen, obgleich zwei derselben entschieden noch am Steilrande der Alb liegen, die beiden anderen jedoch, Hohenbohl und Götzenbrühl, bereits mehr im Vorlande derselben. Ich will sie daher alle unter den im Vorlande der Alb gelegenen abhandeln.

[2] Geologie des Randecker Maars und des Schopflocher Riedes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 41. 1889. S. 83—126.

[3] Seine Ejektions-Breccie.



„Torfgrube“ liegende Tuff bei dem Ausbruche des Randecker Maares von diesem aus dorthin geschleudert worden wäre. In diesem Falle würde in der „Torfgrube“ keine selbständige Ausbruchsstelle, kein Maar vorliegen. Allein das Dasein einer kesselförmigen Einsenkung, in welcher hier unter dem Torfe der aus Tuff entstandene Thon liegt, macht es von vornherein ungleich wahrscheinlicher, dass wir hier vor einem selbständigen Ausbruchspunkte stehen; wie denn ja auch in vielen anderen Fällen in unserem Gebiete zwei Maare ebenso dicht oder noch näher beieinander liegen.

36. Das Basalt-Maar des Dietenbühl.
37. Das Basalt-Maar des Sternbergs.
38. Das Basalt-Maar des Eisenrüttel.

Diese drei ehemaligen Maare sind auf der Hochfläche der Alb gelegen, gehören daher in diese Gruppe I. Da jedoch ihr Ausbruchskanal nicht, wie bei allen anderen unserer Maare, mit Tuff, sondern mit Basalt erfüllt ist, so erfolgt ihre Betrachtung besser erst im Verein mit allen anderen Basaltvorkommen.

Die, welche unser vulkanisches Gebiet kennen, werden überrascht sein, wenn ich diese Basalte als ehemalige Maare anspreche. Auch ich habe anfänglich gar nicht daran gedacht. Dann, als sich mir die Vorstellung davon aufdrängte, habe ich mich gegen dieselbe gesträubt, weil ich den Eisenrüttel vor Augen hatte, dessen Basaltmasse nicht im geringsten an ein Maar erinnert. Schliesslich bin ich durch die Logik gezwungen worden, einzusehen, dass es sich hier ebenfalls nur um Maare handelt. Das, was QUENSTEDT am Dietenbühl und Sternberg als Vulkankratere betrachtet, ist nichts Anderes als ein Maar. Am Eisenrüttel aber ist dieser Maarkessel bereits abgetragen, wie das ähnlich bei vielen unserer Tuff-Maare der Fall ist.

Die nähere Begründung dieser unabweisbaren Auffassung wird bei der Besprechung der basaltischen Vorkommen erfolgen.

II. Die 32 am Steilabfalle und in den Thälern der Alb liegenden, daher aufgeschlossenen Tuff-Maare, bezw. in die Tiefe niedersetzenden Tuffkanäle derselben.

Wie bereits früher hervorgehoben, liegt in diesen durch den Steilabfall der Alb angeschnittenen Maaren, bezw. in die Tiefe niedersetzenden mit Tuff erfüllten Kanälen derselben, der Schlüssel zur richtigen Deutung der Lagerungsverhältnisse aller unserer Tuffvorkommen. Vor allen anderen gebührt in dieser Beziehung die Krone

dem Randecker Maar. Hier ist die sonst meist zerstörte oder eingeebnete Kesselbildung nahezu völlig erhalten; es ist ferner der mit Tuff und auch mit Basalt erfüllte Kanal gut aufgeschlossen; sodann kann man den Kontakt der Füllmasse des Kanals mit dem Weiss-Jura sehen; endlich lässt sich vorzüglich die Überlagerung dieser Füllmasse durch die Süsswasserschichten beobachten, welche sich in tertiärer Zeit auf dem Boden des in einen See verwandelten Maarkessels niederschlugen. Ich beginne daher mit diesem Maare.

Vorauszuschicken ist jedoch noch eine Erklärung des Gebietes, welches hier unter dem Begriffe „Steilrand" zusammengefasst wird. Streng genommen bildet nur der Weisse Jura an der Alb einen Steilrand. Es dürften daher eigentlich nur die im Weiss-Jura angeschnittenen Tuffkanäle hier betrachtet werden. Nun reihen sich aber nicht selten an einen solchen Tuffgang, welcher an dem eigentlichen Weiss-Jura-Steilabfalle angeschnitten ist, in geringer Entfernung weitere Tuffgänge an, welche hart am Fusse des eigentlichen Steilrandes, aber schon im Braunen Jura, liegen. Der Versuch, diese dann in einem besonderen Abschnitte zu betrachten, führte daher zu Unnatur; denn es ist unnatürlich z. B. die dicht um die Teckburg gelegenen Punkte, No. 84, 85, 86, 87, in zwei verschiedenen Abschnitten zu behandeln, also auseinanderzureissen, nur darum, weil sie teils im Weissen, teils schon im Braunen Jura auftreten.

Es ist daher hier unter „Steilrand" nicht nur der eigentliche Steilabfall, sondern auch der aus Braun-Jura gebildete schräg abgeböschte Fuss desselben zu verstehen, soweit sich derselbe in nächster Nähe des ersteren befindet. Alle übrigen, etwas weiter entfernt gelegenen, im Braun-Jura und Lias aufsetzenden Tuffkanäle dagegen werden dann in einem dritten Abschnitte als die „im Vorlande der Alb" liegenden behandelt werden.

Man wird gegen eine solche Gruppierung nicht einwenden dürfen, dass dann unter den „am Steilrande" gelegenen solche, welche als Bühle aus dem Braun-Jura kegelförmig aufragen, dicht neben solchen behandelt werden, welche, im Weiss-Jura, sich gerade entgegengesetzt, vertieft, verhalten; dass also entgegengesetzte äussere Erscheinungsweisen unserer Tuffgänge dann in einer Abteilung zusammengefasst werden. Einmal nämlich ist dieser Gegensatz kein ausnahmsloser: So bildet z. B. der Conradsfels (No. 47), welcher aus Weiss-Jura aufragt, durchaus eine hohe spitze Nadel und keine Vertiefung; während umgekehrt der im Braun-Jura γ auf-

setzende Gang des Götzenbrühl (No. 87) sich kaum durch eine kleine Erhöhung verrät. Zweitens aber wird gerade durch solche Nebeneinanderstellung der benachbarten, unter verschiedener Gestalt im Weiss- und im Braun-Jura aufsetzenden Gänge klar, dass die auffallenden Unterschiede, welche ihre äussere Erscheinungsweise der Regel nach zeigt, nur durch Erosion bedingt sind.

Ich gliedere diese am Steilabfalle der Alb liegenden Punkte ihrer Lage nach in drei weitere Abteilungen. Es entspringen nämlich dem NW.-Rande der Alb in unserem vulkanischen Gebiete drei Halbinseln, welche durch tief in den NW.-Rand einschneidende Thäler erzeugt und von einander getrennt werden. Dies sind von O. nach W.: Die Randecker Halbinsel, zwischen der Lindach im O. und der Kirchheimer Lauter im W. gelegen. Zweitens die Erkenbrechtsweiler Halbinsel, zwischen der Kirchheimer Lauter und der Erms gelegen. Drittens die St. Johann-Halbinsel, zwischen der Erms und der Echaz. Ich betrachte hier als Halbinsel nicht nur den kleinen gerundeten Vorsprung, sondern das ganze durch die genannten Flüsse herausgeschnittene Stück. In dieser Weise rechne ich als zur Randecker Halbinsel gehörig auch alle im Lauterthale bis oberhalb Gutenberg gelegenen Vorkommen. Ebenso betrachte ich als Erkenbrechtsweiler Halbinsel das ganze Gebiet, welches zwischen dem ebengenannten Gutenberg an der oberen Lauter und Seeburg an der oberen Erms liegt. Es gehören also hierher auch alle östlich und südlich von Urach am Steilabfalle in den Nebenthälern der Erms aufgeschlossenen Punkte.

IIa. Die am Steilabfalle und in den Thälern der Alb, auf und an der Randecker Halbinsel gelegenen, daher aufgeschlossenen Tuff-Maare bezw. Maar-Tuffgänge.

Ich beginne bei der Schilderung der einzelnen Punkte im O. der Halbinsel, gehe von da um die N.-Spitze derselben herum und dann auf ihrer W.-Seite gegen S.

39. Das Tuff-Maar von Randeck oder Ochsenwang.

Hart am N.-Rande dieser durch Lindach und Lauter herausgeschnittenen Halbinsel liegt das grösste unserer Maare, zugleich aber auch dasjenige, welches trotz hohen Alters wohl das jugendlichste Aussehen bewahrt hat, daher den Anblick eines typischen Maares gewährt. Die Ursache dieser Erscheinung mag vielleicht mit durch die besonders grosse Tiefe dieses Maarkessels bedingt sein. Zum überwiegend grösseren Teile aber liegt sie in dem bereits bei

Besprechung der „Torfgrube“, No. 35, hervorgehobenen Umstande, dass in die hart am Steilabfalle der Alb gelegene Nordwand des Kessels ein sehr tiefes Thal, dasjenige des Zipfelbaches, eingeschnitten ist. Dasselbe zieht sich nach dem nördlich am Fusse der Alb liegenden Dorfe Hepsisau hinab und bildet das Thor, durch welches der Kessel entwässert und zugleich von den in ihn hinabgespülten Schuttmassen reingefegt wurde. Andernfalls würden letztere denselben mehr und mehr angefüllt haben und die auf seinem Boden anstehenden Tertiärgesteine verhüllen.

Das Maar ist 60—80 m tief in die hier wesentlich aus Weiss-Jura δ gebildete Hochfläche eingesenkt[1]. Der Umriss ist ein kreisähnlicher, der Durchmesser etwa 1000 m. Hart am Ostrande des Maares liegt das Gut Randeck; in einiger Entfernung vom Westrande das Dorf Ochsenwang. Beide Namen sind zur Bezeichnung des Maares gebräuchlich.

Erst nach Veröffentlichung der Arbeit von Endriss ist ein Weg neu angelegt worden, welcher durch seine vorzüglichen Aufschlüsse einen völlig klaren Einblick in die Lagerungsverhältnisse gewährt. Durch denselben wird das Maar von Randeck nun zum Schlüssel für das Verständnis aller anderen unserer Tuffbildungen.

Dieser Weg zerfällt in zwei Teile: Der erste wird durch die neue Steige gebildet, welche von dem am Fusse der Alb gelegenen Dorfe Hepsisau hinauf in das Maar führt. Derselbe tritt in den Kessel des letzteren ein durch die tiefe Scharte, welche sich der denselben entwässernde Zipfelbach in die nördliche Wand des letzteren gesägt hat. Sowie er diesen Engpass durchlaufen hat, beginnt sein zweiter Teil, indem er sich in grossem, nach Osten geöffnetem Bogen durch den Boden des Maarkessels hindurchzieht, um bei dem Gutshofe Randeck oben auf der Hochfläche der Alb zu münden. Ausser diesem neuen Wege giebt es noch einen alten, steileren, kürzeren, welcher gleichfalls seine Aufschlüsse darbietet.

Wir wollen nun zunächst diesem neuen Wege von Hepsisau aufwärts folgen, seine Aufschlüsse kennen lernen und dann aus dem Verhalten dieser uns ein Bild über den Aufbau der Schichten bilden, welche das Maar und den in die Tiefe führenden Kanal desselben

---

[1] Endriss giebt, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXXXI. S. 85, nur 60 m, S. 114 dagegen 80 m Tiefe an. Die Berge, welche die Kesselwand bilden, sind verschieden hoch; daher wohl die abweichenden Angaben. Deffner giebt sogar nur 30—40 m Tiefe an.



erfüllen. Man vergegenwärtige sich also, dass dieser Weg zunächst das Nebengestein, den äusseren Mantel des in die Tiefe hinabsetzenden, tufferfüllten Ausbruchskanales anschneidet, dann in diesem letzteren eindringt und endlich auf seiner Oberfläche dahinläuft.

Wenn man, Hepsisau verlassend, auf der neuen Steige aufwärts wandert, so zieht sich diese zunächst durch das Gebiet des Braunen Jura, welcher jedoch meist durch herabgestürzten Weiss-Jura-Schutt verhüllt wird. Weiter aufwärts schneidet sie die Schichten des Weiss-Jura α an, der hier unten noch die mantelförmige Umhüllung des in die Tiefe setzenden, Tuff erfüllten Kanales bildet.

Wiederum aufwärts steigend, gelangt man an eine Stelle, an welcher die scheinbar wagerechten, in Wirklichkeit wohl etwas nach Süden, in den Berg hineinfallenden Schichten des Weissen Jura α senkrecht abgeschnitten an vulkanischem Tuff absetzen: Hier stehen wir vor dem haarscharf aufgeschlossenen Kontakte zwischen dem in die Tiefe niedersetzenden, mit Tuff erfüllten Kanale des Maares und seiner Wandung, dem Weiss-Jura α (No. 1 in der auf S. 233 stehenden Fig. 11). Von nun an tritt die Steige aus dem Mantel des tufferfüllten Kanales heraus und in diesen letzteren hinein; von irgendwelcher Kontaktmetamorphose ist hier nichts zu bemerken; vielleicht deshalb, weil α vorwiegend thonig-mergelig ist und keine harten Kalke enthält. Dieser Aufschluss befindet sich bereits nahe vor der Stelle, an welcher die bisher am Steilabfalle der Alb entlang führende neue Steige in den Engpass des in die Kesselwandung eingeschnittenen Zipfelbach-Thales einbiegt.

Wir steigen nun auf der Strasse weiter bergauf, wobei wir zu unserer Linken stets von einem langen Anschnitte begleitet werden. Dieser zeigt in stetem Wechsel vulkanischen Tuff und riesige verstürzte Weiss-Jura-Massen: Eine Erscheinung, welche wir an zahlreichen Orten an der Ober- und Aussenfläche unserer Tuffberge beobachten können. Hier sind mächtige Fetzen der Wandung des den Weiss-Jura durchbohrenden Kanales auf den Tuff gefallen und z. T. in denselben eingesunken. Von Schichtung zeigt sich keine Spur im Tuffe.

Endlich — kurz, bevor diese neue Steige sich mit der alten, von Hepsisau aus geradenwegs in der Schlucht des Zipfelbaches aufwärts führenden schneidet — bietet das fortlaufende Profil zu unserer Linken einen neuen Kontakt (Punkt 2 in Fig. 11): Wir sehen an der senkrechten Wand unten im Niveau der

Strasse noch den bisherigen harten ungeschichteten Tuff. Darüber folgen ein geschichteter weicher Tuff von etwa 6 Fuss und dann ein geschichteter härterer Tuff, von etwa $2^1/_2$ Fuss Dicke, in welchem dünne Lagen von thonigem Brauneisenstein liegen. Endlich über diesem liegen tertiäre Süsswasserschichten, und zwar Dysodil, ungefähr 4 Fuss mächtig. Zuoberst folgt Lehm. Die Schichten fallen nach SSO., d. h. in das Innere des Kessels hinein. In genau der gleichen Weise findet sich, wie ENDRISS nachwies, bei Punkt 10 jenseits des Zipfelbaches ebenfalls Dysodil und unter diesem geschichteter Tuff. Wir haben also bis hierher von oben nach unten eine Lagerungsfolge von Süsswasserschichten, geschichtetem Tuff, massigem Tuff.

Hiermit endet der erste Teil der neuen Steige. Bevor wir nun aber den zweiten Teil derselben betreten, welcher durch den Maarkessel führt, müssen wir kurz noch die alte Steige betrachten, welche direkter von Hepsisau hinaufgeht, nämlich in der Schlucht des Zipfelbaches. Diese letztere schneidet natürlich tiefer als jene neue Steige in die Seele des tufferfüllten Kanales ein und steht im Begriffe, einen in dem massigen Tuffgange aufsetzenden Basaltgang freizulegen. Wir werden sehen, dass dies von sehr grosser Wichtigkeit ist. Schon DEFFNER kannte diesen Basalt[1]. Da neuerdings ENDRISS[2] dem gegenüber hervorhebt, dass er das, trotz eifrigen Suchens, bisher nicht habe bestätigen können, so scheint es angezeigt, die Stelle näher zu kennzeichnen. Wenn man die alte, im Zipfelbach-Thale gerade aufwärtsführende Steige verfolgt, so schneidet diese gerade unterhalb der Stelle, an welcher oben die neue in den Engpass tritt, in den äusseren Umfang der Basaltmasse, bezw. des Basaltganges ein (Punkt 3 der Fig. 11). Derselbe ist hier freilich zersetzt, so dass das feste basaltische Gestein nur in einer ganzen Anzahl von losen Stücken auftritt.

Die Grösse dieser Basaltstücke und die verhältnismässige Frische des Gesteines machen es höchst unwahrscheinlich, dass wir hier nur Auswürflinge von Basalt vor uns haben, welche dem Tuffe eingebettet sind und sich in weiter Entfernung von einem erst in grosser Tiefe folgenden Basaltkerne befinden. Derartige Auswürflinge von Basalt-

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 31.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXXXI. S. 124. Nachträge.

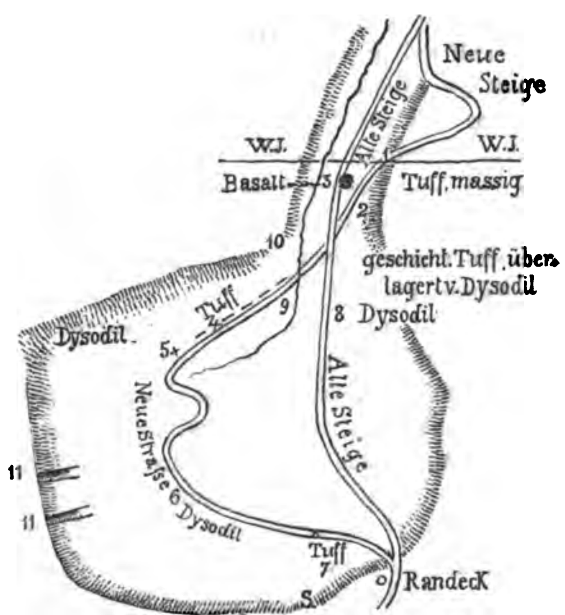
stücken sind in unseren Tuffen der Gruppe von Urach einmal überhaupt sehr selten und zweitens dann immer nur sehr klein. Jene Merkmale deuten daher mit Sicherheit darauf hin, dass hier in nächster Nähe in dem Tuffe ein Basaltgang aufsetzt.

Das aber ist von höchster Wichtigkeit. Wir kennen zwar im Vorlande der Alb eine ganze Zahl von Basaltgängen im Tuffe. Die Gangnatur dieser Tuffmasse ist aber doch immerhin erst jedesmal zu beweisen. Hier, beim Randecker Maare, haben wir dagegen einen durch den Steilabfall angeschnittenen, zweifellosen Tuffgang vor uns. Indem nun in diesem ein Basaltgang auftritt, wird der ebenso zweifellose Beweis geliefert, dass dieser Tuff nicht von anderer Stelle her durch Wasser oder Eis von oben her in den Kanal hinabgeschoben sein kann, sondern dass der Tuff von unten her in der Röhre selbst entstanden sein muss. Nur noch der vierte Tuffgang an der Gutenberger Steige No. 45 liefert uns, am Steilabfalle, den gleichen Beweis.

Wir kehren nach dieser Abschweifung zu unserer neuen Steige zurück, welche wir an der Stelle verlassen hatten, an welcher sie den Engpass des durchsägten Maarrandes durchlaufen hat und nun in das Innere, den Boden des Maares eintritt. Das ist ihr zweiter Teil. Sowie die Strasse den Bach überschritten hat, zeigen sich nahe beieinander zu unserer Rechten 5 grössere und kleinere Aufschlüsse, welche durch den einschneidenden Weg hervorgerufen werden (No. 4 in Fig. 11). Sie lassen eine braungelbe Masse erkennen, welche wohl zersetztem Tuffe ihre Entstehung verdankt. Hier und da finden sich in derselben eingeschlossene Stücke geradlinig geschichteten Tuffes. Namentlich in dem einen, grossen dieser Aufschlüsse ist aber auch in der ganzen Masse eine leise Schichtung angedeutet, welche durch das Ganze verläuft; jedoch nicht geradlinig, sondern stark gebogen und wellig. Man erhält den Eindruck, als wenn die ganze Masse vorwärts gequollen und gestaut wäre: Offenbar die Folge von Verrutschungen. Wir haben abgerutschte Massen vor uns. Denn der ganze randliche Teil der im Maare befindlichen Massen ist wohl langsam nach der Mitte des Kessels, der Tiefe zu, abgeglitten. Daher auch an anderen Stellen dieses Randes ein starkes Einfallen der Schichten bemerkbar ist.

In dem letzten dieser 5 Aufschlusspunkte (bei 5) zeigt sich abermals Dysodil, welchem wir ja bereits kurz vor dem Eintritte in den Kessel begegnet waren (bei 2). Während er aber dort den

geschichteten Tuff überlagerte, wird er hier seinerseits von einem zu gelber Wacke zersetzten ungeschichteten Tuffe überlagert. Offenbar handelt es sich auch in diesem Falle wieder um eine Tuffmasse, welche früher auf dem inneren Abhange des Maar-Kessels lag und dann später, nach Ablagerung der Papierkohle, über diese in das Innere des Beckens hinab vorrückte. Sicher wird auch hier unter dem Dysodil derselbe geschichtete Tuff liegen, welchen wir an den oben erwähnten Punkten 2 und 10 fanden. Allein die Strasse



Ungefähre Skizze des Randecker Maar's mit dem neuen Wege
Fig. 11.

schneidet an dieser Stelle nicht tief genug ein, um das Liegende der Papierkohle aufzuschliessen.

Wiederum finden wir dann bei der weiteren Verfolgung der sanft bergauf führenden Strasse den Dysodil noch an zwei weiteren Punkten durch letztere angeschnitten (bei 6). Es ist sicher dieselbe Schicht, welche wir bereits vorher trafen, aber sie liegt hier in einem höheren Niveau, denn wir sind etwas bergauf gestiegen: Ein Beweis dafür, dass die Schichten in dem Maarkessel mulden-

förmig gelagert sind. Aber, sie sind das nicht infolge ursprünglicher Lagerung, sondern infolge ihres späteren Abgleitens nach dem tiefer gelegenen Inneren des Kessels zu, welches sich mehr und mehr vertiefte, weil der Zipfelbach dasselbe durchfurchte. So finden wir denn hier den Dysodil unter 40—50° in den Kessel hineinfallend.

Es zeigen sich nun aber in dieser Gegend noch weitere Süsswasserbildungen, welche über dem Dysodil liegen: Sehr weiche mergelige oder dolomitische, bisweilen auch härtere Schichten; dazu auch kieselige. Doch sind dieselben ganz mangelhaft aufgeschlossen.

Noch weiter aufwärts (bei 7), nahe dem Brunnen, steht dann am Wege wieder eine dunkelbraune, weiche Gesteinsmasse, die man für vulkanischen Tuff halten möchte. Freilich ist derselbe ganz zersetzt; jedoch lässt der Glimmer wohl keinen Zweifel darüber, dass sie mindestens zum Teil aus Tuff hervorgegangen ist; zum andern Teil mag auch Verwitterungsboden des Weiss-Jura beigemengt sein. In dieser Masse tritt eine etwa 1 Fuss mächtige, feinschichtige, kieselige Bank auf, welche bereits vorher an verschiedenen Aufschlüssen dieses Weges erschien und, ebenfalls infolge von Verrutschung, in das Innere des Maares hineinfällt.

Bemerkenswert ist es, dass in dieser Gegend die auf dem inneren Abhange des Maarkessels liegenden Kalkblöcke des Weiss-Jura ε von geflammten Schnüren aus Kieselsäure durchzogen werden, was wohl nicht ursprüngliche, sondern spätere Bildung ist. Ob hervorgerufen bei dem Ausbruche oder erst durch das Süsswasser, aus welchem sich ja kieselige Schichten absetzten, das ist nicht sicher zu entscheiden. Wahrscheinlicher ist das erstere. Jedenfalls ist die rote Färbung, welche man bisweilen an den Weiss-Jura-Kalkstücken hier bemerkt, ganz wie das an zahllosen anderen Punkten unseres Gebietes der Fall, eine Folge des Vulkanismus. Am Gutshofe von Randeck angelangt, kehren wir von hier aus auf der direkt nördlich durch das Maar verlaufenden alten Steige zurück. An dieser treffen wir bei Punkt 8, unweit vom Eingange in den Kessel die Stelle, an welcher man einst eine Fabrik errichtet hatte, um aus der Papierkohle Öl zu gewinnen. In dem angrenzenden Walde zeigt sich in einem Wasserrisse dieser Dysodil ziemlich mächtig aufgeschlossen. Ebenso finden wir ihn auch bei Punkt 9 am Bache, wo sich auch kieselige und mergelige Schiefer finden.

Wenn wir so in dem eigentlichen Maarkessel bisher nur zersetzte Tuffmassen getroffen haben, so finden wir zwei sehr gute Aufschlüsse in unzersetztem Tuffe an dem südwestlichen Rande des

Maares. In diesem letzteren haben sich dort nahe beieinander zwei Wasserrisse eingeschnitten (bei 11). Wir sehen hier massigen Tuff mit zahlreichen Kalkeinschlüssen und über diesem feinen geschichteten Tuff. Also ganz wie beim Eingange in den Kessel bei Punkt 2. Freilich tritt an der Seite des einen der Wasserrisse eine Partie geschichteten Tuffes auch tiefer gelegen auf. Dieselbe dürfte aber, obgleich nicht stark geneigt, doch wohl durch Senkung in diese tiefe Lage gekommen sein, indem sie unterwaschen wurde.

Bildet man sich nun aus den verschiedenen Aufschlüssen, welche wir kennen gelernt haben, ein Profil, das dieselben alle zusammenfasst, so ergiebt sich wohl von oben nach unten das folgende:

Ringsum am inneren Gehänge des Kessels teils herabgespülter Lehm mit Juraschutt, teils gelbe Wacke aus zersetztem Tuffe, welcher gleichfalls vom Gehänge herabgespült wurde bezw. allmählich hinabrutschte. Bald liegt in dem welligen Gelände des Kesselinnern die eine, bald die andere dieser beiden Bildungen zu oberst.

Darunter folgen dann die mergeligen und kieseligen Schichten, welche jedoch nicht an allen Orten zur Ablagerung gekommen zu sein scheinen. Zugleich die Papierkohle, aufgeschlossen bei Punkt 2, 5, 6, 8, 9, 10.

Unter letzterer finden wir, allerdings nur bei Punkt 2, 10 und 11 aufgeschlossen, geschichteten, vulkanischen Tuff, und unter diesem die gewöhnliche massige Tuffausfüllung des in die Tiefe setzenden Kanales, wie sie allen vulkanischen Vorkommen der Gruppe von Urach eigen ist. Im Innern dieser Ausfüllungsmasse steckt dann ein Basaltgang, welcher nur die Apophyse eines grösseren Basaltkerns ist, der seinerseits in noch grösserer Tiefe schliesslich den Kanal ganz allein erfüllen wird.

Die Lagerungsfolge in dem Ausbruchskanale des Randecker Maares ist also von oben nach unten die folgende:

1. Quartäre Bildungen, teils Lehm, teils jüngere abgerutschte Massen.
2. Süsswasserbildungen.
3. Geschichteter Tuff.
4. Massiger Tuff.
5. Basaltgang im Tuff.

Dieses am Randecker Maare erlangte Profil bildet, wie gesagt, den Schlüssel für das Verständnis aller unserer übrigen Tuffbildungen. Wir können demselben für die Untersuchung derselben die folgenden Lehren entnehmen.

1. In der Regel fehlt unseren Tuffmassen ein geschichteter Tuff ganz, nur massiger erscheint. Das ist sehr erklärlich. Wenn wir alle diese Tuffgänge als Ausfüllung von in die Tiefe setzenden Ausbruchskanälen einstiger Maare auffassen, so wird sicher ein grosser Teil dieser Maare in tertiärer Zeit sich in Wasserbecken verwandelt haben. In diesen setzten sich Süsswasserbildungen ab. Mit der Abtragung der Alb, d. h. des Weiss-Jura, wurden auch die Maarkessel und die in ihnen liegenden Süsswasserschichten zerstört. Überall daher, wo der obere Teil der Tuffsäule bereits abgetragen ist, müssen Süsswasserschichten und im Wasser geschichtete Tuffe fehlen. Dies ist bei unseren im Vorlande der Alb gelegenen Tuffvorkommen thatsächlich der Fall. Ausnahmsweise tritt wohl auch hier, und in einem tiefen Niveau der Tuffsäule, noch geschichteter Tuff auf, wie z. B. am Fusse des Jusiberges. Das ist aber dann subaërischer, also nicht im Wasser geschichteter Tuff; oder es handelt sich um verstürzte Stücke.

2. Da also, wo wir geschichteten Tuff in unserem Gebiete finden, sind wir, bei Absehen von letzterer Ausnahme, immer in den oberen Teilen des Tuffganges, also nahe unter dem einstigen, nun abgetragenen Maarkessel.

3. Es darf uns nicht wundern, dass die Tuffvorkommen, welche oben auf der Alb liegen, meistens das Dasein des Tuffes nur durch ihren Wasserreichtum auf der wasserarmen Hochfläche verraten. Die Abrutsch- und Abspülmassen, welche den Boden der einstigen Maare allmählich bedeckten, verhüllen den Tuff und etwaige Süsswasserschichten. Besonders ist das in der Mitte der einstigen Maarkessel der Fall. Hart am Rande derselben finden wir dagegen nicht selten etwas anstehenden Tuff; hier ist er freigelegt, indem jene Massen dort abgespült werden und nach der Mitte hin vorrücken. So ist es auch beim Randecker Maare (Punkt 11 der Fig. 11).

4. Da ferner, wo wir so grosse Massen von Weiss-Jura-Kalk im Tuffe finden, oder wo dieselben gar allein für sich auf dem Tuffe liegen, werden wir uns an der Aussen- oder Oberfläche einer in die Tiefe hinabsetzenden Tuffsäule befinden. Wenigstens wird das im allgemeinen die Regel sein. Ausnahmsweise können wohl auch einmal grosse Weiss-Jurablöcke während des Ausbruches in die Tiefe des Kanales gestürzt und dann, was das Wesentliche ist, nicht zum Spielball der Explosionen geworden, sondern unzerkleinert liegen geblieben sein. In diesem Falle finden sich grosse Blöcke in tiefen Lagen und im Innern der Tuffsäule.

5. Das Randecker Maar lehrt uns endlich, dass bei einem Maare ein in die Tiefe niederführender Ausbruchskanal vorhanden ist, dass dieser durch massigen Tuff bezw. Tuffbreccie erfüllt wird, dass in der Tiefe endlich ein Punkt kommt, an welchem Basalt erscheint. In den oberen Teilen der Tuffsäule nur als Gang im Tuffe aufsetzend, wird sich die Mächtigkeit des Ganges nach der Tiefe zu allmählich verstärken, bis endlich der Tuff ganz verdrängt wird und nur Basalt herrscht. In seiner Arbeit über das Randecker Maar zeichnet Endriss an Stelle eines solchen breiten Kanales am Boden des Maares nur fein zerklüftete Weiss-Juramassen. Das entspricht jedenfalls nicht dem Thatsächlichen[1].

6. Über das, aus den im Randecker Maare gefundenen Tertiärversteinerungen sich ergebende tertiäre Alter dieses wie auch der anderen unserer Maare wird später gesprochen werden.

Wenn so das Randecker Maar uns das Vergangenheitsbild unserer zahlreichen anderen, schon mehr oder weniger zerstörten Maare darstellt, so sehen wir umgekehrt in letzteren das Zukunftsbild des Randecker Maares.

Wenn einst in, geologisch gesprochen, nicht ferner Zeit die jetzt bereits begonnene Herausschälung des in die Tiefe niedersetzenden, tufferfüllten Kanales des Randecker Maares vollendet und damit der Kessel an der Tagesfläche verschwunden sein wird, so wird sich an dieser Stelle ein vollständiges Analogon des Jusiberges erheben: Gleich diesem ein Tuffberg von ganz gewaltigem Umfange, gleich diesem von einem oder mehreren Basaltgängen durchzogen, gleich diesem auf dem Gipfel einzelne Schollen geschichteten Tuffes tragend.

40. und 41. Die beiden Tuff-Maare bei der Diepoldsburg und dem Engelhof.

Am Rande derselben Plateauhalbinsel, auf welcher sich das soeben besprochene Randecker Maar befindet, liegen, etwas $2^1/_2$ km westsüdwestlich von letzterem, nahe beieinander zwei Maare: bei der Diepoldsburg und dem Engelhofe. Auf der geologischen Karte Württembergs sind dieselben in Gestalt eines von SW. nach NO. streichenden, langgestreckten Ganges, bezw. zweier Hälften eines Ganges eingezeichnet, wie das aus Fig. 12 ersichtlich ist. In gleicher

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXXXI. S. 88, 121. Taf. 10. fig. 1, 3, 4.

Weise aber wie ich die beiden, in die geologische Karte Württembergs als langgestreckte Gänge eingetragenen Vorkommen bei Erkenbrechtsweiler, No. 30 und 31, nicht als solche erkennen kann, sondern als Maare betrachten muss — kann ich auch in den beiden jetzt zu besprechenden Vorkommen nur zwei Maare, bezw. zwei in die Tiefe niedersetzende, mit Tuff erfüllte Kanäle derselben von rundlichem Querschnitte sehen. Als solche sind sie daher auf der dieser Arbeit beigegebenen Karte eingetragen.

Von jenen beiden Maaren bei Erkenbrechtsweiler befindet sich das im Dorfe gelegene (No. 30) noch ganz auf der Hochfläche der Alb; es ist also noch ringsum von seinem Nebengestein, dem Weiss-Juramantel, umhüllt. An das andere (No. 31) dagegen ist der Steilrand der Alb bereits so weit herangerückt, dass er dasselbe auf einem kleineren Teile seines westlichen Umfanges senkrecht anschneidet. Dieses Maar steckt also auf seiner nach der Hochfläche hin gelegenen Seite noch ganz in dem Weiss-Juramantel drinnen und nur auf einem Teile seiner nach dem Steilrande zu gelegenen Seite ist dieser Mantel bereits durch die Erosion entfernt worden.

Noch einen Schritt weiter ist die Freilegung der hier beschriebenen beiden Maare gediehen: Nur noch mit der Hälfte ihres Umfanges stecken sie im Körper der Alb. Auf der anderen Hälfte ihres Umfanges ist die letztere dagegen, gleich einer Schale vom Apfel, bereits durch die Erosion abgeschält worden, so dass hier, im NW., die beiden in die Tiefe hinabsetzenden, mit Tuff erfüllten Kanäle blossgelegt sind.

Aber nicht genug daran. Diese beiden Tuffgänge sind nicht nur ihres Weiss-Juramantels an einer Seite beraubt, sondern die Erosion hat sich hier auch bereits in das Innere, fast bis in die centrale Axe der beiden Tuffcylinder hineingefressen. Es hat sich in jede dieser zwei senkrechten, durch ein schmales Stück der Alb getrennten gewaltigen Tuffsäulen ein Thal eingeschnitten, welches uns die Seele desselben aufschliesst. Ich gehe nun zur Beschreibung dieser beiden Maare über.

40. Das Maar bei der Diepoldsburg.

Wenn man bei Brucken im Kirchheimer Lauterthale sich nach O. wendet, um die Hochfläche der Alb zu ersteigen, so gelangt man zunächst im „Sattelbogen“ auf die Höhe des Unteren Weiss-Jura. Verfolgt man dann den hierauf auf die eigentliche Hochfläche südöstlich führenden Weg zum Engelhof, so gelangt man aus dem

Weiss-Jura γ an das westliche Ende des Maares bei der Diepoldsburg, bezw. des in die Tiefe hinabsetzenden, mit Tuff erfüllten Kanales desselben. Dieser wird hier von der Steige in der Art angeschnitten, dass nicht nur der Tuff, sondern auch der denselben im W. begrenzende Weiss-Jura γ aufgeschlossen werden. Man sieht also den Kontakt zwischen dem Eruptiv- und seinem Nebengestein fast ganz scharf, und glaubt zunächst, wie das Deffner auch in die geologische Karte einzeichnete, einen von NO. nach SW. streichenden Gang zu durchschneiden.

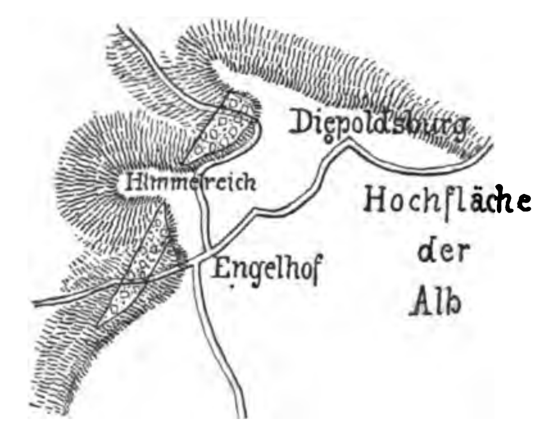
Bei der weiteren Verfolgung dieser Steige erreicht man dann die Stelle, an welcher dieselbe scharf nach SW. umbiegt. Hier lässt Deffner den Tuff endigen. Verlässt man aber hier die Steige und wendet sich östlich, bergauf durch den Wald, der Diepoldsburg zu, so findet man bald, dass der Tuff sich auf diesem Wege viel weiter gegen O. fortsetzt, als das auf Blatt Kirchheim der geologischen Karte von Württemberg angegeben ist. Fast soweit wie der Wald sich in der dortigen Senke bergan zieht, reicht auch ringsum der Tuff, der an verschiedenen Stellen ansteht. Erst wenn man auf das, zum Diepoldsburger Hof gehörige freie Feld hinaustritt, welches zum kleinen Kirchhofe hinaufzieht, beginnt Weiss-Jura δ.

Hatte man nun anfänglich an der Steige, wie Deffner, die Vorstellung gewonnen, dass ein nach SW. streichender Tuffgang vorliege, so erhält man hier umgekehrt den Eindruck, als wenn der Gang fast rechtwinkelig, dazu von W. nach O., striche.

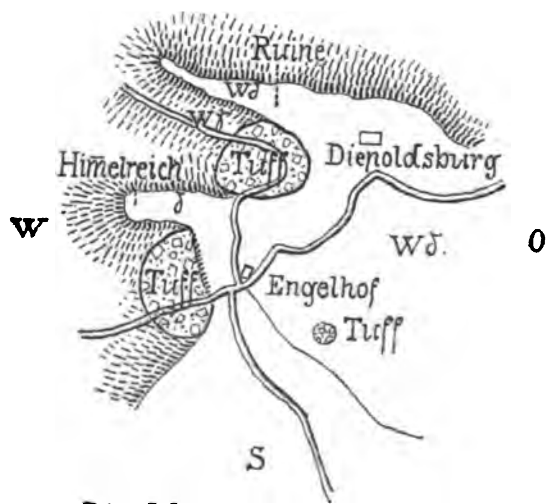
Es ist das eben ganz dieselbe trügerische Erscheinung, welche sich bei der Untersuchung fast aller dieser am Steilabfalle der Alb angeschnittenen Tuffgänge wiederholt: Man beobachtet den Kontakt derselben mit dem Weiss-Jura erst an der einen, dann an anderen Stellen ihres Umfanges und jedesmal ist man geneigt, einen langgestreckten, in bestimmter Richtung streichenden Gang zu sehen. Dessen Streichungsrichtung aber erscheint uns bei jeder Beobachtung immer wieder als eine andere, bis wir uns schliesslich überzeugen, dass wir gar keine Streichungsrichtung feststellen können, weil es sich um einen Gang von angenähert kreisrundem Umfange bezw. Querschnitte handelt. So verhält sich denn die Sache offenbar auch bei diesem Vorkommen und es ergiebt sich das Bild, wie es die hinten beigegebene Karte und die hier folgende Fig. 13 erkennen lassen.

Wir haben also westlich von der Diepoldsburg ein Maar, bezw. den in die Tiefe hinabsetzenden, mit Tuff erfüllten Kanal desselben,

welcher auf der N.-, O.- und S.-Seite noch im Körper der Alb sitzt, während dieser Weiss-Juramantel an der W.-Seite bereits durch die



Gang beim Engelhof, vergr. Bild d. geol. K. v. W.
Fig. 12.



Die 3 Maare bei Diep'g u. Engelh.
Fig. 13.

Erosion abgeschält ist. Indem sich nun an dieser W.-Seite zugleich auch ein tiefes Thal senkrecht in diesen Tuffcylinder eingesägt hat, ist derselbe bis in sein Innerstes hinein aufgeschlossen worden. Den

klarsten Einblick gewinnt man, wenn man von der Weiss-Jura δ-Zunge aus, auf welcher die Ruine steht, in den Kessel hinabblickt.

Wenn man dann weiter von dem Bogen der Strasse aus in die tiefe, nach W. geöffnete Schlucht hinuntersteigt, so sieht man auch dort unten den Tuff: Deutlichster Beweis dafür, dass es sich um einen in die Tiefe hinabsetzenden Tuffgang handelt, denn er steht hoch oben an der Strasse und tief unten in dieser Schlucht an.

Wenn wir nun die Lagerung des Tuffes ins Auge fassen wollen, so bietet uns die Steige einen vorzüglichen Einblick. Wir sehen hier geschichteten Tuff anstehen, welcher in etwa südwestlicher Richtung mit 25° einfällt. Sein Fallen ist also vom Rande des Maares ab in die, durch Erosion tief ausgehöhlte Seele der Tuffsäule hineingerichtet. Unter diesem gelben geschichteten Tuffe aber liegt grüner ungeschichteter. Derselbe beginnt bereits etwas über dem Niveau der Strasse und setzt mit eben solcher massigen Beschaffenheit wohl auch in die Tiefe hinab. An dieser Auffassung werden wir auch nicht irre werden dürfen, wenn wir unten in der Schlucht geschichteten Tuff zwischen den Wurzeln eines Baumes finden. Scheinbar ist derselbe anstehend; in Wirklichkeit aber wird es sich nur um einen verstürzten Felsen handeln, welcher von oben herabrutschte. Bei dem in den Kessel hineingerichteten Fallen konnte das um so leichter geschehen; doch würde auch bei wagerechter Lagerung sich ganz dasselbe ereignet haben können. Leider fehlen unten im Kessel ganz sicher entscheidende Aufschlüsse.

Genau wie beim Randecker Maare (No. 39) finden wir also auch hier eine Tuffsäule von höchst wahrscheinlich massiger Beschaffenheit, im oberen Teile der Säule jedoch geschichteten Tuff. Haben wir mit dieser übereinstimmenden Lagerung beider Vorkommen nun auch übereinstimmende Entstehungsweise hier wir dort? Die Beantwortung dieser Frage bietet ziemliche Schwierigkeiten dar, weil die Verhältnisse hier verwickelter werden dadurch, dass in dem geschichteten Tuffe Einschlüsse von ungeschichtetem liegen. Wir kommen bald auf diese Thatsache zu sprechen.

Eine Schichtung im Tuffe, wie wir sie hier auf verhältnismässig nur kurze Entfernung zu beobachten vermögen, kann auf zwei verschiedenen Wegen zu stande kommen; sie kann wässeriger oder subaërischer Natur sein. Untersucht man die zahlreichen Einschlüsse von Weiss-Jurakalk im Tuffe, welche bis zu δ und ε hinaufgehen, so findet sich nie ein gerolltes Stück unter denselben. Stets sind dieselben eckig und treten in derselben Form im geschichteten wie

im massigen Tuffe auf. Diese eckige Beschaffenheit wird man vielleicht als einen sicheren Beweis gegen ihre Ablagerung im Wasser betrachten wollen. Das geht aber nicht an; denn wie sollen denn in einem kleinen Maarsee, dessen Spiegel sogar vor dem Winde geschützt ist, diese Kalkstücke rund gerollt werden, zumal sie nur den kurzen Weg von den inneren Abhängen des Kessels bis auf den Boden desselben zurückzulegen haben? Aus dieser Beschaffenheit der Einschlüsse im Tuff lässt sich also weder die subaërische noch die subaquatische Entstehungsweise der Ablagerung erkennen.

Ebensowenig aber ist das aus der Neigung der Schichten möglich. Diese fallen mit 25° in das Innere des Kessels hinein. Da nun in unserer ganzen Alb die Schichtenlage nur wenig von der Horizontalen abweicht, würde man vielleicht aus jener starken Neigung der Tuffschichten auf Absatz aus der Luft schliessen wollen; denn derartige subaërische Schichten erhalten je nach ihrer Unterlage, auf welche sie fallen, eine mehr oder weniger grosse Neigung. Indessen auch das ist kein sicherer Anhaltspunkt. Diese Schichten können sehr gut ursprünglich im Wasser wagerecht abgesetzt worden sein und erst durch Verrutschung ihre geneigte Lage angenommen haben. Der Aufschluss befindet sich nämlich hart an dem steilen Abhange des tiefen Thales, welches sich in die Seele der Tuffsäule hineingefressen hat. Das Herausgraben desselben konnte natürlich leicht Senkungen am Abhange erzeugen. Bezeichnenderweise fallen die Schichten auch in das Innere des Kessels bezw. Tuffganges hinein.

Auch aus der Ausdehnung der Schichten lässt sich kein Schluss auf ihre Entstehung ziehen. Subaërische Schichtung ist unregelmässiger, sie hält nicht auf so weite Erstreckung an. Unser Profil ist aber nicht hinreichend ausgedehnt, um das zu entscheiden.

Ein völlig sicheres Urteil würde sich fällen lassen, wenn wir, wie beim Randecker Maare u. a., Süsswasserversteinerungen in oder über dem Tuffe fänden. Bisher fand sich Derartiges jedoch nicht. Wiederum aber wird man diesen negativen Umstand nicht als einen sicheren Beweis gegen Absatz aus Wasser betrachten dürfen.

So bleiben die Dinge hier zunächst unentschieden und werden auch nicht klarer durch den folgenden Umstand: Es liegen nämlich in dem geschichteten gelben Tuffe eingebettet ausser den Weiss-Jurabrocken auch ebenso eckige des unterlagernden, also älteren, grünen, massigen Tuffes.

Diese Erscheinung des Einschlusses älterer Tuffstücke in jüngerem, welche sich an mehreren Orten bei unseren Tuffen wiederholt,

kann auf zwei verschiedene Weisen erklärt werden. Entweder nimmt man an, anfänglich sei der in die Tiefe führende Kanal nur mit dem festen grünen Tuffe erfüllt gewesen. Nachdem dieser bereits erhärtet war, also nach geraumer Zeit, erfolgte aus demselben Kanale abermals ein Ausbruch loser Massen. Indem diese aus der Luft herabfielen, setzten sie sich in unregelmässigen, je nach ihrer Unterlage schräg geneigten Schichten subaërisch ab. Bei diesem späteren Ausbruche wurden aber auch Stücke des bereits erhärteten älteren, grünlichen Tuffes ausgeworfen, welche nun in jenen Schichten liegen.

Bei der anderen Annahme einer Mithilfe des Wassers könnten wir das Auftreten jener grünen Stücke nur schwerer und in der folgenden Weise erklären. Anfänglich war nicht nur der Kanal mit grünem, massigem Tuffe erfüllt, sondern auch die Wände des Kessels waren mit solchem bedeckt. Diese letzteren Massen wurden nun allmählich in das den Kessel erfüllende Wasserbecken hinabgespült und in diesem geschichtet. Hier zersetzten sich die loseren Tuffmassen etwas und verloren dabei ihre grüne Farbe; wogegen die grösseren, festen Stücke die letztere behielten und nun als grüngefärbter Einschluss in gelben Schichten liegen.

Entschieden ist eine solche Erklärungsweise aber eine gezwungene zu nennen. Zunächst wird man fragen, wie denn auf die innere Kesselwand Tuffstücke von so fester Beschaffenheit gelangen konnten. Bei einem Auswurfe loser Asche, wie er hier stattfand, konnten doch nur lose Massen auf der Kesselwand abgelagert werden. Diese hätten nun zuvörderst zu festem, grünem Tuffgesteine cementiert geworden sein müssen. Erst dann hätten Bruchstücke desselben auf den Boden des Kessels hinabgesendet werden können. Zu einem solchen Festwerden aber gehört lange Zeit. Man sollte daher meinen, dass die ganze lose Masse bereits von der Kesselwand hinab gewaschen worden sein müsste, bevor sie überhaupt erhärten konnte.

Klar entschieden wird die Sache, wie ich schon hervorhob, nicht. Ein wenig aber senkt sich das Zünglein der Wage doch zu gunsten zweier zeitlich aufeinanderfolgender Ausbrüche.

41. Das Tuff-Maar bei dem Engelhof.

Unweit und südlich des soeben beschriebenen Maares bei der Diepoldsburg, also kaum 3 km südwestlich von dem Randecker Maar, liegt der Engelhof. Ich habe bereits oben (S. 238) dargelegt, warum ich den auf der geologischen Karte von Württemberg, Blatt Kirchheim, hier eingetragenen langgestreckten Tuffgang nicht anerkennen

kann; vielmehr in diesem Vorkommen ebenfalls ein Maar, also einen Tuffkanal von rundlichem Querschnitte, sehen muss.

Dieses Maar befindet sich hart westlich des Engelhofes. Im N. und O. steckt dasselbe, bezw. sein in die Tiefe hinabführender Tuffkanal, noch im Körper der Alb, die hier zuoberst aus Weiss-Jura δ besteht. An der W.- und S.-Seite dagegen ist die Alb bereits weggebrochen, so dass hier der Kanal entblösst ist. Da zudem auch hier, wie bei dem vorher betrachteten Diepoldsburger Maare, ein Thal sich in die Füllmasse des Kanales eingefressen hat, so ist letztere auch bis in ihre Seele hinein aufgeschlossen. Hierbei ist sie nun zum Teil bereits abgetragen und verschwunden. Auch liegt kein so schöner Anschnitt vor, wie der bei dem Diepoldsburger Maar künstlich durch die Steige bewirkte.

Vom Engelhofe aus führen drei Fusswege an dem Steilabfalle der Alb hinab nach Unter-Lenningen. Der eine, insoweit bequemere, als er in Schlangenlinien hinabführt, zeigt fast ausschliesslich Kalkschuttmassen des mittleren Weiss-Jura. Diese überschütten natürlich nicht nur hier, sondern auch an anderen Stellen von oben her den Tuff und entziehen ihn so der Beobachtung.

Besser verhält sich der alte, unbequemere Fussweg, welcher fast in gerader Richtung an dem steilen Abhange hinabläuft. Dieser schliesst in einem Einschnitte den Tuff auf und lässt erkennen, dass letzterer etwa 50 Fuss unterhalb der oberen Kante des Steilrandes beginnt; oder anders ausgedrückt, dass die Tuff-Füllmasse des Ausbruchskanales aus der Tiefe hinaufragt bis in eine Höhe, welche etwa 40 oder 50 Fuss unterhalb jener Kante liegt. Es sind also entweder bereits die obersten 50 Fuss dieser Tuffsäule abgetragen, so dass hier die Weiss-Jurawandung derselben blossgelegt ist; oder aber die Tuffsäule hat nie höher hinaufgereicht, so dass wir hier den noch 50 Fuss tiefen Rest des einst tieferen Maarkessels erblicken.

Ob an dem genannten Einschnitte der Tuff Schichtung besitzt, wie das in dem oberen Horizonte des Maares bei der Diepoldsburg der Fall ist, lässt sich hier nicht entscheiden. Jedenfalls zeigt sich keine Schichtung an einem zweiten, weiter abwärts gelegenen Aufschlusse. Bald unterhalb der Stelle nämlich, an welcher dieser selbe steile, gerade Fussweg in einen Fahrweg mündet, steht ein harter Tuff in Form einer gratförmigen Erhöhung an, welcher entschieden massige Lagerung besitzt. Weiter in die Tiefe hinab lässt sich hier der Tuff nicht verfolgen, da alles mit den von dem Steilrande abgebrochenen Kalkschuttmassen überdeckt ist.

Nun besteht aber noch ein dritter, wohl kaum mehr in Gebrauch befindlicher, z. T. schlecht zu begehender Abstieg, welcher weiter nördlich, nahe dem S.-Rande des Himmelreiches beginnt und sehr steil über Schuttmassen und durch Wasserrisse hinabführt. Sein Beginn oben im Walde ist durch einen auf dem Acker liegenden Steinhaufen verdeckt. Auch an diesem Wege zeigt sich mehrfach anstehender Tuff. Wir haben also beim Hinabsteigen in den Ausbruchskanal sowohl an der S.-, als auch an der N.-Seite desselben Tuff gefunden.

So schwer es nun auch ist, an den steil in die Tiefe gehenden Gehängen und bei der an den meisten Stellen herrschenden Verdeckung des Tuffes durch Weiss-Juraschuttmassen zu einem deutlichen Bilde zu gelangen — wenn man Zeit genug zur Untersuchung verwendet und die Analogie mit unseren anderen Tuffen in Betracht zieht, so wird man auch hier zu dem Schlusse gelangen, dass nicht, wie die geologische Karte von Württemberg es darstellt, ein langgestreckter, NO.—SW. streichender Gang vorliegt, sondern wie bei der Diepoldsburg ein saigerer Tuffgang ungefähr rundlichen Querschnittes; d. h. der in die Tiefe hinab setzende, tufferfüllte Ausbruchskanal eines einstigen Maares.

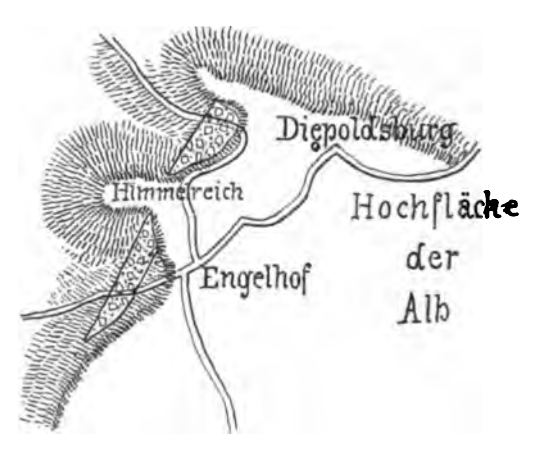
In diesen beiden ganz nahegelegenen Maaren bei der Diepoldsburg und dem Engelhofe haben wir ein Analogon zu dem Zwillingspaare, welches sich bei Metzingen als Metzinger Weinberg (No. 102) und Hofbühl (No. 103) erhebt. Nur durch den Grad der Abtragung sind beide Paare geschieden, indem das erstere noch im Weiss-Jura steckt, letzteres bereits auf unterem Braun-Jura sich erhebt.

Wie die beigegebene Karte erkennen lässt, sind die beiden Maare bei der Diepoldsburg und dem Engelhof durch eine schmale, nach Westen vorspringende Weiss-Jura-Zunge von einander getrennt. Man nennt sie „das Himmelreich“. Deffner — welcher ja an Stelle dieser Maare zwei langgestreckte, SW.—NO. streichende Tuffgänge einzeichnet — sagt nun[1]: diese Zunge „ist aber in der Linie zwischen beiden Gängen muldenartig eingesunken und zeigt den inneren Zusammenhang beider Tuffbildungen. Hiernach füllen sie eine im Körper des weissen Jura entstandene Spalte aus, welche auf beiden Abhängen von der Seite durch Abwitterung entblösst wurde, über das Himmelreicher Feld weg aber noch beide Seitenflügel er-

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 32.

halten hat.“ Ich wiederhole zum besseren Verständnis hier die Fig. 12, eine Abbildung des DEFFNER'schen Kartenbildes.

Aus den angeführten Worten DEFFNER's erhellt, wie derselbe die Vorstellung gehabt hat, dass die Himmelreich-Zunge gewissermassen tunnelförmig durchbohrt und dass diese Durchbohrung mit Tuff erfüllt sei. Dieser sollte dann die Verbindung der beiden, nordöstlich bis südwestlich des Himmelreiches anstehenden Tuffmassen unterirdisch herstellen. Der Ausdruck „tunnelförmig“ giebt freilich nicht genau das wieder, was DEFFNER im Sinne hatte. Er ist zunächst nur gewählt, um die Veranschaulichung bei dem Lesen zu erleichtern. In Wirklichkeit stellt sich DEFFNER vermutlich eine lange,



Gang beim Engelhof, vergr. Bild d. geol. K. v. W.
Fig. 12.

SW.—NO. streichende Spalte vor, welche nördlich und südlich des Himmelreiches, also an ihrem vorderen und hinteren Ende, oben offen war, d. h. zu Tage ausstreicht, welche dagegen in ihrem mittleren Teile, bei der Durchquerung der Himmelreich-Zunge, nicht bis zu Tage ausstreicht, sondern oben geschlossen blieb und sich hier auf ihrem unterirdischen Verlauf hier nur als Einsenkung, als Bruchlinie kennzeichnet.

An und für sich würde eine solche Vorstellung nichts so Auffallendes an sich tragen; denn warum sollte eine Spalte nicht an der Erdoberfläche hier in stärkerem, dort in schwächerem Masse klaffen. Das wäre noch zu erklären. Schwer aber lässt sich die

Frage beantworten, auf welche Weise dann später der Tuff in diesen mittelsten unterirdischen Teil der angenommenen Spalte gelangt sein soll. Wir sehen, dass unsere Tuffe nicht etwa von oben her als wässeriger Brei in den Ausbruchskanal hineingeschwemmt wurden, sondern dass die Ausfüllung des letzteren von unten her erfolgte. Wir sehen ferner, dass diese tuffige Füllmasse Bruchstücke sehr hoher Weiss-Jura-Schichten enthält, und diese können doch nur dann in den Tuff gelangt sein, wenn der Kanal die betreffenden Schichten auch wirklich durchbohrt hat, nicht aber, wenn sie über ihm geschlossen blieben. Diese Umstände machen es daher ganz unwahrscheinlich, dass solche nicht bis an die Oberfläche klaffenden Spalten in unserem Gebiete bestanden oder wenigstens sich mit Tuff gefüllt haben.

Im vorliegenden Falle aber handelt es sich einmal um gar keine solche langgestreckte Spalte, sondern, wie ich oben gezeigt habe, um zwei von einander getrennte Kanäle rundlichen Querschnittes. Zweitens aber ist eine Senke, welche die Himmelreich-Zunge überqueren und in der Verbindungslinie dieser beiden liegen soll, gar nicht recht zu erkennen. Wenn man eine solche aber doch sehen will, so läuft sie gar nicht über die Himmelreich-Zunge, sondern östlich von derselben auf der Hochfläche; sie würde daher auch nicht in der Verbindungslinie beider Kanäle bezw. Maare liegen. Es ist jedoch sehr fraglich, ob diese Senke — wie allerdings beim obersten Gange an der Gutenberger Steige der Fall (No. 45) — wirklich eine Bruchstelle ist. Sie kann ebensowohl nur durch Erosion hervorgerufen sein. Wer will indessen, wenn das Schichtenfallen durch Ackerboden überall unkenntlich gemacht ist, mit Sicherheit entscheiden, ob nicht etwa einer solchen Erosionsrinne doch eine Bruchlinie zu Grunde liegt. In dem frisch ausgegrabenen Keller der Scheune des Engelhofes steht an der Rückwand jedenfalls nicht Tuff, sondern Weiss-Jura an. Unter dessen Kalkschichten zeigt sich dort eine Thonschicht, welcher letzteren wohl auch der Brunnen seine Entstehung verdankt. Das Auftreten einer solchen Thonschicht im Gebiete des Weiss-Jura δ überrascht, man meint im γ zu sein.

42. 43. 44. 45. Die drei oder vier Tuff-Maare bezw. Maar-Tuffgänge an der Gutenberger Steige bei Schopfloch.

Am oberen Ende des Lauter- oder Lenninger Thales beginnt bei dem etwa $4^1/_2$ km südlich vom Randecker Maare gelegenen Dorfe Gutenberg die neue Steige, welche hinauf auf die Alb nach Schopfloch führt. Diese breite Fahrstrasse schneidet nicht weniger als

vier nahe beieinander liegende Tuffgänge an, welche saiger den Körper der Alb durchsetzen und nun von der Tagesoberfläche durch senkrechte, zugleich aber auch durch wagerechte oder schräge Schnitte aufgeschlossen werden.

Doch nicht genug daran. Es ist auch der zweite dieser Gänge, indem ein ansehnliches Nebenthal in seine breite Gangmasse hinein ausgefurcht wurde, bis in sein Innerstes aufgeschlossen worden. Rings an seinem Umfange ist so der Kontakt mit dem Weiss-Jura, in dessen Körper er eingesenkt ist, zu erkennen; wenngleich zwar die Kontaktlinie selbst durch Weiss-Jura-Schutt überdeckt ist. Auch der vierte dieser Gänge ist gleichfalls nicht nur am Steilabfalle und durch die Strasse senkrecht angeschnitten, sondern auch durch die Tagesoberfläche in einem ungefähr wagerechten Schnitte oben an seiner Mündung auf der Hochfläche der Alb blossgelegt. In beiden Fällen liegen die in die Tiefe hinabsetzenden tufferfüllten Kanäle zweier zweifellosen Maare vor.

Indem der erste, unterste dieser vier Gänge noch im Weissen Jura α auftritt, während der zweite und dritte im β, der vierte, oberste, im δ angeschnitten werden, lassen sich diese aufgeschlossenen Tuffgänge hier an einer und derselben Steige ganz nahe beieinander durch alle Stufen des unteren und mittleren Weiss-Jura hindurch verfolgen.

Auf solche Weise bieten uns diese Gänge an der Gutenberger Steige ganz besonders vorzügliche Einblicke in die Beschaffenheit des in die Tiefe führenden Kanales unserer Maare.

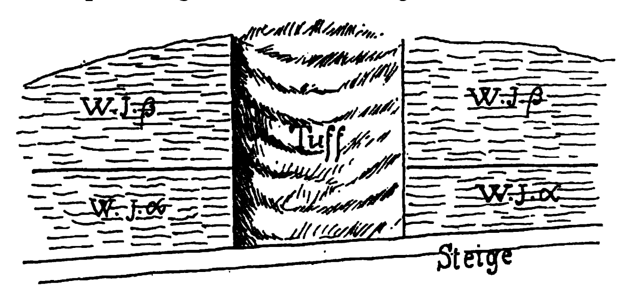
Wie die beiden Maare von Erkenbrechtsweiler (No. 30 u. 31) und die soeben besprochenen von der Diepoldsburg und dem Engelhofe (No. 40 u. 41) von Deffner als langgestreckte Gänge aufgefasst wurden, so ist das auch bei den hier zu schildernden drei bezw. vier Vorkommen der Fall. Auch hier zeichnet Deffner vier von NO. nach SW. streichende, spaltenförmige langgestreckte Gänge (Fig. 16). Es lässt sich jedoch, wie in jenen Fällen so auch in diesen, der Erweis erbringen, dass Deffner's Auffassung nicht die richtige ist. Vielmehr liegen auch hier die in die Tiefe hinabsetzenden tufferfüllten Ausbruchskanäle einstiger Maare vor uns, welche einen mehr rundlichen, ovalen oder unregelmässigen Querschnitt besitzen.

42. Der erste Maar-Tuffgang an der Gutenberger Steige.

Dieser erste Gang ist zu Deffner's Zeit, als die Steige noch neu war, in deren Anschnitte vermutlich noch gut entblösst gewesen.

Jetzt ist derselbe jedoch so mit Rasen bewachsen, dass man nichts mehr vom vulkanischen Gestein erkennen kann. Nur durch eine rinnenartige Einsenkung, welche an dem steilen Gehänge in die Höhe läuft, verrät sich sein Dasein. Der Gang befindet sich nicht weit oberhalb des Dorfes Gutenberg, gerade da, wo die Strasse eine kleine Biegung macht. Fig. 14 giebt ein Bild desselben.

Die Steige durchschneidet den Gang in einer ungefähren Breite von 30 Schritten. Vor und hinter dem Gange, also westlich und östlich desselben, steht Weisser Jura an, und zwar im Niveau der Strasse noch oberstes α, bald darüber β. Ein haarscharfer Kontakt zwischen Kalk und Tuff ist an diesem Gange nicht mehr zu erkennen, weil, wie gesagt, der letztere völlig mit Rasen bewachsen ist. Ich komme bei Besprechung des zweiten Ganges noch auf diesen ersten



1ster Gang a.d. Gutenberger Steige
Fig. 14.

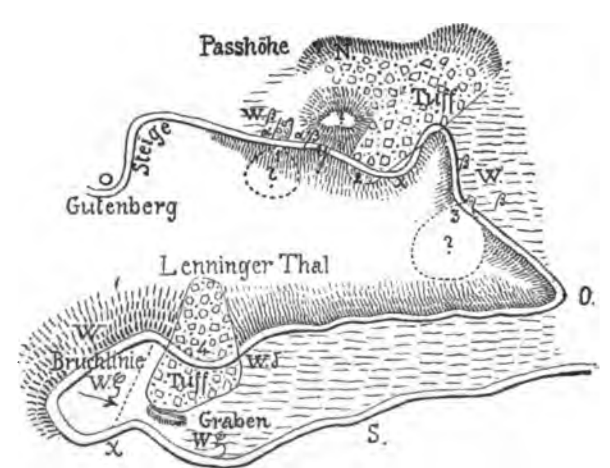
zurück, da beide möglicherweise miteinander in Verbindung stehen könnten. Doch ist es ebensogut möglich, dass die Hauptmasse dieses Ganges westwärts von dem hier besprochenen Aufschlusse, also im Thale liegt, woselbst der Tuff durch Alluvium verhüllt sein würde. In diesem Falle ergäbe sich ganz dasselbe Bild, wie ich für Gang 3 No. 44 in Fig. 16 als leicht möglich angedeutet habe. Wir hätten dann im Thale einen grösseren Gang von rundlichem Querschnitte und von diesem nach NO. ausstrahlend einen kleinen, spaltenförmigen Fortsatz. Dieser letztere, ebenfalls tufferfüllt, würde es dann sein, welcher sich uns nun als Gang 1 darbietet (vergl. S. 255, 257 das über Gang 3 Gesagte und S. 250 Fig. 16).

43. Der zweite Maar-Tuffgang, bezw. Tuff-Maar, an der Gutenberger Steige.

Nur eine kurze Strecke oberhalb des soeben besprochenen ersten Ganges wird von der Steige abermals ein Gang angeschnitten.

Während sich bis an jenen ersten heran die Strasse noch im obersten Weiss-Jura α befand, verläuft sie hier bereits ganz im β. Man sieht auf der Kopie der DEFFNER'schen Karte wie auf der von mir gegebenen Skizze (Fig. 15 u. 16), dass in das hier etwa W.—O. ziehende, obere Lenninger Thal ein N.—S. verlaufendes, kurzes Nebenthal einmündet, welches tief in den die Steige begleitenden Steilabfall einschneidet. Um dieses Nebenthales willen ist die Steige gezwungen, gleichfalls einen Haken zu schlagen, dessen Spitze nach N. liegt.

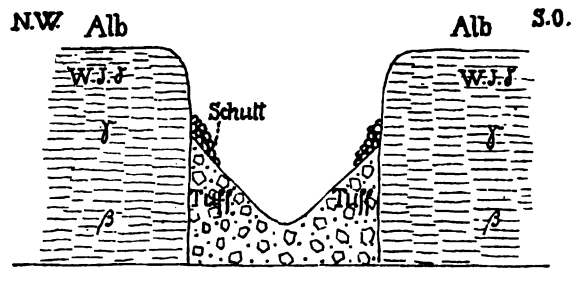
Durch diesen Umstand ist der glückliche Fall herbeigeführt, dass der Gang von der Steige zweimal, und zwar in fast rechtwinkelig aufeinanderstehenden Richtungen angeschnitten worden ist. Zunächst durchfährt sie denselben in westöstlicher Richtung in einer Breite von 56 Schritt. Sowie die Strasse nun aber im rechten Winkel nach N. umbiegt, schneidet sie ihn sehr bald abermals, nun in nordöstlicher Richtung an.



Gutenberger Steige 1,2,3,4ter Gang
Fig. 16.

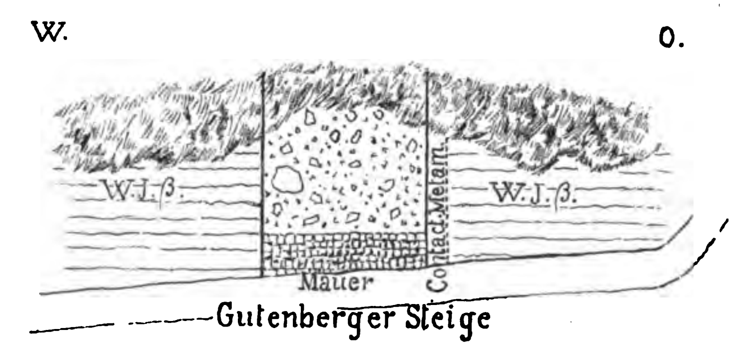
Doch noch mehr: Dieses Nebenthal, welches auf obigen Kartenbildern durch die hakenförmig nach N. ausbiegende Steige angedeutet ist, hört nicht etwa an der Spitze dieses Strassenhakens auf. Es hat sich vielmehr, in der Verlängerung der Spitze desselben nach N., durch den ganzen Tuffgang hindurch gefressen. Sowie wir daher in dieses Nebenthal eintreten, welches keine horizontale, aufgeschüttete Sohle besitzt, sondern nur in den Tuff eingekerbt ist, steigen zur Rechten wie zur Linken und gerade aus im Hintergrunde steile, aus

Tuff bestehende Gehänge an. Haben wir diese aber erklommen, so stösst man rings umher an die senkrecht aufragenden Felsen des Weissen Jura δ. Der folgende Schnitt, von NW. nach SO. durch dieses Nebenthal gelegt, soll das erläutern.



Schnitt von NW-SO durch den 2ten Gang
Fig. 17.

Wir wollen diese Verhältnisse nun etwas näher betrachten. Stellen wir uns auf der Steige, den Blick nach N., dem Gange zugerichtet, auf, so sehen wir rechts (östlich) und links (westlich) von dem Gange die horizontalen Bänke des anstehenden Weissen Jura β,



2ter Gang an der Gutenberger Steige
Fig. 18.

welche bis auf das Niveau der Strasse hinabreichen. Rechts wie links sind diese Bänke senkrecht scharf abgeschnitten und die 56 Schritt breite Spalte im Jurakalk ist mit vulkanischem Tuff ausgefüllt, welcher mit Brocken von Weissem Jura und anderen Juragesteinen wie durchspickt ist.

Auf der linken, westlichen, Seite ist der Kontakt zwischen Kalk und Tuff nicht völlig haarscharf zu beobachten; wohl aber ist das auf der rechten Seite der Fall. Hier zeigt sich der weisse Kalk auf eine ungefähre Breite von 1/2 Fuss ganz schwarz gebrannt; eine Kontakt-Metamorphose, welche sich auch in anderen Fällen in unserem Gebiete beobachten lässt. Auch mitten im Tuff liegt, nahe dem linken Salbande, ein grösserer Block von Weiss-Jura, welcher in gleicher Weise verändert ist. Andere kleinere Kalkstücke im Tuff haben teils dieselbe Umwandlung erlitten, teils sind sie mit Beibehaltung ihrer Farbe halb zu einem marmorartigen Gesteine geworden.

Würde nun nicht zufällig das vorher erwähnte, N.—S. ziehende Nebenthal in das nördliche, also gegen S. abfallende Gehänge des Lenninger Thales eingeschnitten sein, so würden wir von diesem Tuffgange nichts mehr zu sehen bekommen als diesen westöstlichen Anschnitt. Wir würden einen aus der senkrechten Jurawand heraustretenden, langspaltenförmigen Gang von ganz bestimmter Streichrichtung vor uns zu sehen glauben, also derselben Täuschung unterliegen, wie sie uns bei so manchen dieser Gänge von rundlichem Querschnitte bereitet wird.

Indessen die Strasse biegt links, nordwärts um und schneidet nun abermals in diese Tuffmasse ein. Das mit x bezeichnete Stück von anstehendem Weiss-Jura β ist mithin der letzte Rest des den Ausbruchskanal an dieser Stelle begrenzenden Juramantels. Auch das westlich gelegene, diesen zweiten Gang von dem ersten trennende Stück von Weiss-Jura β, auf der Zeichnung bei y, ist ein zweiter derartiger Mantelrest. Möglicherweise dringt, wie wir bald sehen werden, auch dieser zweite nicht tief in die Tuffmasse ein; bildet also nicht eine völlig trennende Scheidewand zwischen beiden, sondern gewissermassen nur einen in dem Tuffe steckenden begrenzten Keil.

Verfolgen wir jetzt den Fussweg, welcher von der Spitze des Hakens der Steige aus sich in dem Grunde des tief eingekerbten Nebenthales nach NO. in die Höhe zieht. Zu beiden Seiten steigen die als Äcker benutzten Abhänge des letzteren steil an; sie sind durch die Thätigkeit der Gewässer, namentlich auf der O.-Seite, wiederum mehrfach eingekerbt. Wir sind hier also mitten in die Seele des grossen Ganges eingetreten; denn soweit wir nun auch diese Gehänge untersuchen und soweit wir im Nebenthale bergauf nach N. vordringen, überall finden wir Tuff. An einer Stelle des östlichen Gehänges bildet derselbe aufragende Felsen ähnlich wie

unten an der Steige. Erklimmen wir diesen Punkt und steigen nun weiter an dem immer steiler und schwieriger werdenden, oben mit Gebüsch bedeckten Hang in die Höhe, so stehen wir schliesslich am Fusse der unersteiglichen, senkrecht aufragenden Mauer von Weissem Jura δ. Zwar lässt sich der Tuff nicht mehr bis hart an diese Stelle verfolgen, denn begreiflicherweise ist der steile Hang hier oben mit dem von der Kalksteinwand abbröckelnden Kalkschutt übergossen. Aber es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass unter dieser Schuttdecke der Tuff bis hart an die senkrecht aufsteigende Kalkmauer herantritt. Hier ist also im Osten die Grenze des Ganges[1].

Gleiche Verhältnisse treffen wir nun aber, wenn wir das westliche Gehänge dieses Nebenthales erklimmen oder wenn wir, weiter nach N. vorschreitend, uns dem oberen Anfange desselben nähern. Überall Tuff, der jedoch mit der Annäherung an die das ganze Nebenthal umgürtende, senkrecht aufragende Mauer unter der Schuttdecke verschwindet, welche von dieser Mauer ausgehend den Fuss derselben als Schutthalde begleitet.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich also das Folgende: Wir stehen in einem von N. nach S. hinabziehenden Nebenthale des Lenninger Thales, welches vom Niveau des Weissen Jura δ an bis in das unterste β hinabreicht. Wenn wir den das Thal in der Tiefe erfüllenden Tuff hinausschaffen könnten, so würden wir sehen, dass die Weiss-Jurawände des Thales nicht nur oben im δ senkrecht hinabsetzen, sondern auch bis in unbekannte Tiefen. Mit anderen Worten: Wir stehen mitten in der Achse eines senkrecht in die Tiefe hinabsetzenden, tufferfüllten Ausbruchskanales, welcher die Alb durchbohrt. Nur an der S.- und SO.-Seite ist die Wand dieses Kanales durch die Bildung des Lenninger Thales und seines Nebenthales eingerissen worden, so dass wir nun von dorther in das Innere der Ausbruchsröhre eintreten können.

In die tuffige Füllmasse gruben sich später die Gewässer ihren

[1] Nahe bei dieser Stelle, etwas nördlich, ist die Wand durch eine Scharte unterbrochen, durch welche sich eine mit losem Schutt bedeckte „Schurre“ vom Thalboden an bis hinauf auf die Höhe von δ zieht. Man könnte meinen, dass diese Scharte daher käme, dass der Tuffgang hier in seiner Fortsetzung hinaufziehe. Allein dem scheint nicht so zu sein; ich fand wenigstens nirgends eine Spur von Tuff, nur losen Kalkschutt in der Scharte. Dieselbe ist offenbar ebenfalls nur ein in die senkrechte Mauer durch das Wasser eingesägter Riss.



Weg, entfernten die oberen Teile derselben und schnitten tief in dieselbe ein, so dass sie in ihrem Innersten aufgeschlossen vor uns liegt. Da diese Tuffmasse bis in die heutige Thalsohle hinabsetzt, welche letztere noch keinen horizontalen, aufgeschütteten, alluvialen Boden besitzt, sondern nach unten keilförmig in den Tuff einschneidet (Fig. 17), also noch in weiterhin fortschreitender Vertiefung begriffen ist, so leuchtet ein, dass der Tuff auch noch weiterhin in unbekannte Tiefe hinabsetzen muss.

Zweifellos ist die Ausfüllungsmasse dieses Thales nur die Fortsetzung des Tuffganges, welcher von der Steige, wie vorher besprochen, angeschnitten wird; denn der Zusammenhang beider lässt sich Schritt für Schritt verfolgen. Nun beträgt aber die Breite des Tuffganges an der Steige nur 56 Schritt, während die Breite der nördlich davon liegenden, das Nebenthal erfüllenden Tuffmasse eine wesentlich breitere ist. Eine genaue Zahl kann ich für letztere nicht angeben, da ein Abschreiten quer über das tief eingeschnittene Thal unmöglich ist und ein Abmessen auf der Karte bei der Beschaffenheit der topographischen Grundlage, welche der Höhenkurven ermangelt, kein verwertbares Ergebnis hat. Ich kann daher nur schätzen, dass die grösste Breite der Tuffmasse im Nebenthale bedeutender ist als die Breite derselben, also des Ganges, an der Steige.

Dieser Tuffgang dehnt sich jedoch noch weiter nach W. hin aus. Wenn man nämlich an der Spitze des Hakens der Steige auf den Äckern des westlichen Gehänges dieses Nebenthales links bergauf steigt, so zeigt sich in einiger Höhe, dass hier gleichfalls eine Schlucht eingegraben ist. Dieselbe zieht später von ihrer Passhöhe oben im Walde nach W. wieder hinab. Ein von Gutenberg nach Schopfloch führender Fussweg[1] geht in derselben empor. An diesem Wege selbst, wie im Walde neben demselben, steht nun abermals Tuff an. Sicher ist letzterer in Verbindung mit der vorher besprochenen Haupttuffmasse, welche das Nebenthal erfüllt; d. h. er ist nichts anderes, als eine nach W. vorspringende Ausbuchtung der letzteren und diese Ausbuchtung zieht sich nahe bis an die Passhöhe hinauf.

Der Querschnitt des in die Tiefe niedersetzenden tufferfüllten Ausbruchskanales ist bei diesem Maare mithin nicht rund, sondern ein unregelmässigerer gewesen, wie das Fig. 16 erkennen lässt.

Die Verhältnisse liegen aber möglicherweise noch verwickelter.

---

[1] Derselbe beginnt an der Steige bald hinter Gutenberg noch westlich des ersten Ganges.

Ich sagte auf S. 249, dass **Gang 1** sich durch eine rinnenartige, am Gehänge emporlaufende Einsenkung kennzeichne. Schaut man nun von jener Passhöhe, nachdem man etwas gegen S. durch den Wald vorgedrungen ist, bis man freien Ausblick in das Lenninger Thal erhält, in letzteres hinab, so sieht man jene Rinnen sich weit höher am Gehänge hinaufziehen, als das unten von der Steige aus der Fall zu sein schien. Das kann wohl nichts anderes bedeuten, als dass der Tuffgang selbst sich dort emporzieht.

Es wird daher nicht unmöglich, dass derselbe auch bis in die Gegend der Passhöhe zieht, dass er mit anderen Worten mit der dortigen, in der Schlucht anstehenden Ausbuchtung unserer Haupttuffmasse in Verbindung steht. Freilich ist hier oben im Walde, wie auf den Äckern, die sich in das Lenninger Thal nach S. hinabziehen, nichts von Tuff zu sehen. Überall nur Weiss-Jura-Blöcke und Schutt. Allein es ist eine ganz allgemeine Erscheinung, dass unsere Tuffmassen eine oft alles verhüllende Kappe von Weiss-Jura-Schutt tragen. Das ist selbst draussen im Vorlande der Alb häufig der Fall; geschweige denn hier dicht am Steilabfalle derselben, sozusagen in der Traufe ihres Steinregens.

Besteht nun, was nicht ganz unmöglich ist, diese Verbindung von Gang 1 mit der westwärts ziehenden Ausbuchtung des Ganges 2[1], dann würden in Wirklichkeit beide Gänge nur einen einzigen Ausbruchskanal von noch unregelmässigerem Querschnitte bilden, wie sich das aus obiger Zeichnung ergiebt. Es träte dann der zwischen beiden liegende Berg (mit ? bezeichnet, an der Steige bei *y* angeschnitten) wie eine grosse Insel im Tuffe auf. Zweifellos besteht der Fuss dieses Berges, bei *y* an der Steige, sowie wohl auch die O.-Seite desselben[2] aus anstehendem Weiss-Jura. Aber der grössere Theil des Berges ist möglicherweise doch aus Tuff gebildet, welcher nur durch eine Schuttkappe verhüllt wird. In einer solchen können ja so riesige Juramassen hängen, dass man sie für anstehend halten möchte. In diesem Falle würde der mit *y* bezeichnete Theil des Juramantels nur einem kleinen Keile gleich in die Tufffüllung eines einzigen grossen Ausbruchskanales eindringen.

Fassen wir nun das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass bei dem vulkanischen Ausbruche an dieser Stelle in dem Körper

---

[1] Diese Verbindung würde also von Gang 1 aus gegen NNO. ziehen, über die Stelle, auf welcher in Fig. 16 keine Tuffsignatur eingezeichnet ist.

[2] Um diese Ostseite läuft der von Gutenberg nach Schopfloch führende Fussweg herum und entblösst dort, wohl anstehenden, Weiss-Jura.

der Alb ein senkrechter Kanal ausgeblasen wurde, welcher nicht einfach einen ovalen oder rundlichen, sondern einen unregelmässig umrandeten Querschnitt besitzt. Von dem im Querschnitte länglich ovalen Hauptkanale, welcher etwa SW.—NO. streicht, geht eine nach W. gerichtete Ausbuchtung aus. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass letztere an ihrem W.-Ende abermals nach SW. umbiegen und hier mit Gang 1 zusammenhängen könnte. Wäre das der Fall, dann hätten wir hier einen grossen Ausbruchskanal unregelmässig rundlichen Querschnittes, welcher nach SW. zwei Spalten, Gang 1 und Gang 2 an der Steige, ausschickt, die dann vermutlich bald sich auskeilten. Doch ist der Zusammenhang mit Gang 1 sehr fraglich und nicht recht einleuchtend.

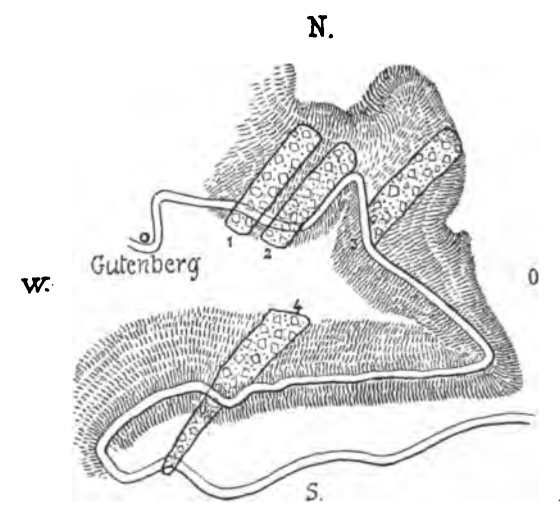
Im W., N. und NO. steckt dieser mächtige senkrechte Tuffgang noch in seinem Nebengestein drinnen. Im S. und SO. ist dieser Mantel bereits durch die Thalbildung teilweise abgeschält worden. Nur noch die mit *x* und *y* bezeichneten Stellen sind an dieser Seite Reste des Mantels. Das Nebenthal, welches durch die ganze Ausdehnung der Hauptmasse des Ganges sich hindurchgegraben hat, erschliesst uns das Innere desselben vollständig. Die Tuffmasse ist ungeschichtet. Jetzt erfüllt sie z. T. nur noch die tieferen Teile des Kanales. Früher wird sie höher in letzterem hinauf gereicht haben, bis nahe an die Oberfläche der Alb, wie das bei Gang 4 (No. 45) der Fall ist. Dort wird der Kanal als Maarkessel gemündet haben.

44. Der dritte Maar-Tuffgang an der Gutenberger Steige.

Wenn schon der erste dieser Gänge, infolge seiner Berasung, sich vielleicht übersehen lässt, so gilt das bei dem dritten derselben in sehr wesentlich höherem Maasse, denn er besitzt nur eine ganz geringe Breite von 7 Schritten und ist zudem völlig bewachsen. Von Tuff ist nichts zu sehen, nur eine senkrecht stehende Lücke zwischen wagerechten Kalken des Weiss-Jura β. Der Gang wird von der Steige an der Stelle geschnitten, an welcher dieselbe soeben das oben besprochene Nebenthal verlassen hat und nun aus der nordsüdlichen Richtung in eine nach SO. gehende umbiegt.

Deffner zeichnet (Fig. 15) auch hier einen langgestreckten, nördlich bis an den Weissen Jura δ reichenden Gang ein. So viel ich aber bei mehrfachem Besuche erkennen konnte, beruht das jedenfalls nicht auf Beobachtung von seiten Deffner's, sondern ist nur Konstruktion.

Klimmt man nämlich an dieser Stelle an dem sehr steilen Abhang nach N. in die Höhe, so findet sich überall nur Schutt von Weiss-Jura-Gestein, nirgends aber Tuff. Man kann daher unmöglich entscheiden, ob der von der Steige angeschnittene schmale Tuffgang sich überhaupt nach N. bezw. NO. fortsetzt oder ob er hier bereits sein Ende findet. Da sich nun am Gehänge weder eine gratförmige Erhöhung noch eine rinnenförmige Vertiefung hinaufzieht, so will mir scheinen, dass er sich nicht viel weiter nach N. ausdehnt, sondern dass wir an dieser Stelle bereits vor dem Ende des Ganges stehen. Ich denke mir, dass, wie auf S. 259 in Fig. 16 bei 3



Gutenberger Steige. Vergröss. Kartenbild d. geolog. K. v. Württemberg.
Fig. 15.

angedeutet ist, sich der eigentliche Gang in dem jetzt durch das Lenninger Thal eingenommenen Raume befand. Indem das Thal sich ausfurchte, rasierte es ihn ebenso wie seinen Weiss-Jura-Mantel bis hinab auf das Niveau des Weiss-Jura β ab und deckte mit seinem Alluvium die in weitere Tiefe gehende Fortsetzung desselben zu. Wenn man nämlich die Böschung der Steige an dieser Stelle untersucht, so ist zwar von Tuff nichts zu finden, aber man sieht auf ziemlich weitem Umkreise hier schlechteren Graswuchs als an den übrigen Teilen der Böschung. Das deutet darauf, dass hier Tuff vorhanden ist, sich also ins Thal hinein

ausdehnt. Ob er aber wirklich auch ansteht, das ist nicht sicher, denn Böschungen von Kunststrassen sind oft mit absichtlich beim Bau herabgestürztem fremdem Materiale überschüttet.

Wie weit sich dieser Gang nach S., im Gebiete des heutigen Lenninger Thales etwa ausdehnt und welchen Querschnitt er besitzt, entzieht sich unter solchen Umständen jeder sicheren Beurteilung. Nur eines ist wohl sicher, dass dieser 3. Gang nicht, wie Deffner meint, eine Fortsetzung des sogleich zu besprechenden 4. Ganges oben an der Steige bildet, in der Art, dass hier eine mehr als 1,25 km lange Spalte vorliegen würde[1]. Einmal nämlich ist mir das Auftreten so langer und zugleich mit Tuff gefüllter Spalten nach meinen Erfahrungen in unserem Gebiete fraglich. Zweitens lässt sich überhaupt eine Streichungsrichtung für den dritten Gang gar nicht angeben; man kann daher auch nicht feststellen, ob er in derselben südwestlichen Richtung streicht, wie Deffner sie dem vierten Gange giebt. Des weiteren streicht aber dieser letztere gar nicht in dieser Richtung, sondern, wenn man bei ihm von einer solchen reden will, in südlicher. Er weist daher in seiner nördlichen Verlängerung gar nicht auf diesen dritten Gang hin, sondern höchstens auf den ersten, wie aus Fig. 16 ersichtlich ist.

45. Der vierte Maar-Tuffgang, bezw. Tuffmaar, an der Gutenberger Steige.

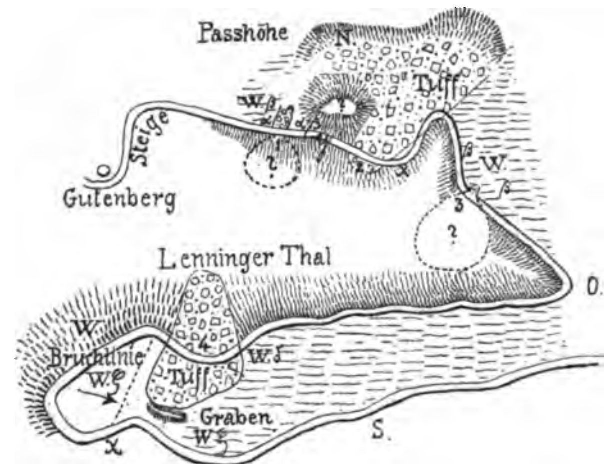
Wir folgen der Gutenberger Steige vom dritten Gange an weiter aufwärts und biegen, an der Spitze des Lenninger Thales, mit ihr in scharfem Winkel um. Abgesehen von einigen flachen Biegungen verläuft die Strasse geradeaus in westlicher Richtung. Endlich erfolgt eine etwa rechtwinkelige Biegung nach S., also nach links, weil die Steige hier ein kleines Nebenthal zu umfahren hat, welches nach N. in das Lenninger Thal hinabläuft. Dasselbe ist von oben bis unten in dem hier in Rede stehenden vierten Tuffgange ausgegraben.

Die Steige selbst durchschneidet nun wagerecht den Gang und schliesst ihn vorzüglich auf, wobei sich ein Durchmesser desselben, in gerader Richtung gemessen, von etwa 100 Schritten ergiebt. Haarscharf sind beide Salbänder des Ganges und die Kontaktlinie desselben mit dem Juragestein bis zu 5—10 Fuss Höhe über der Strasse zu erkennen. Über wie unter diesem durch die neue Steige verursachten senkrechten Anschnitte ist jedoch das Ge-

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 33.

hänge bewaldet, so dass hier der Kontakt nicht mehr so scharf, immerhin aber doch an verschiedenen Stellen gut erkennbar ist. Ich komme am Schlusse noch auf diesen durch die Steige erzeugten Anschnitt des Ganges zurück. Vorerst wollen wir aber den Gang nach aufwärts und dann nach abwärts verfolgen, um eine klare Auffassung seiner Gestalt, Grösse und Länge zu gewinnen.

Da, wo die Steige, mitten im Gange, wieder einen Knick macht, um die Spitze des nach N. hinabziehenden Nebenthales zu umfahren, führt im Zickzack links ein Fussweg am Gehänge hinauf. Wir folgen ihm und halten uns dabei südwärts. Bald erkennen wir trotz dichter Bewaldung, dass wir in einem Kessel stehen und über



Gutenberger Steige 1, 2, 3, 4ter Gang

Fig. 16.

die unebene Oberfläche des Tuffganges dahingehen, welcher seinen Boden bildet. Wir befinden uns auf dem Boden eines Maares, dessen Wände hier aus Weiss-Jura δ, weiter oben aus ζ gebildet sind[1]. Nach allen Seiten steigt die Kesselwand steil in die Höhe zur Hochfläche, welche aus Weiss-Jura ζ besteht. Nur an der N.-Seite, da wo wir von der Steige aus in den Kessel eintraten, und dann am ganzen nördlichen Gehänge hinab bis nahe in das Lenniger Thal, ist die Kesselwand durch die Erosion beseitigt.

[1] ε fehlt anscheinend völlig zwischen δ und ζ. Ein trefflicher Beweis dafür, dass ε aus umgewandelten Korallenkalken besteht; denn diese brauchen sich natürlich nicht an allen Orten gebildet zu haben, können also fehlen.

Der jetzige Boden dieses Kessels ist übrigens nicht mehr der ursprüngliche des Maares, sondern bereits durch die Erosion vertieft, indem der Tuff ausgefurcht wurde. Es hat nämlich ursprünglich die Tufffüllung offenbar bis in das jetzige Niveau der Albhochfläche hinaufgereicht, so dass der eigentliche Explosionstrichter, falls er vorhanden war, bereits abgetragen wurde. Man kann sich leicht davon an der W.-Seite und SW.-Ecke des Maares überzeugen; dort steigt der Waldboden, und damit der Tuff, wie man an den umherliegenden Tuffstücken erkennt, noch heute bis zur Höhe der angrenzenden, aus Weiss-Jura bestehenden Felder an. Wenn daher die Oberfläche dieser Tuffsäule in der Mitte vertieft und kesselförmig ausgehöhlt ist, so ist das eine Wirkung der Erosion. Der eigentliche echte Maarkessel lag höher und besteht nicht mehr; der jetzige dagegen ist nur ein scheinbarer. Trotzdem aber ist die Analogie dieses Tuffganges mit anderen zweifelloser Maare, wie z. B. desjenigen von Randeck (No. 39), so schlagend, dass wir sicher überzeugt sein können, hier vor einer gleichen Bildung zu stehen.

An der soeben besprochenen SW.-Ecke unserer Tuffmasse bietet sich eine überaus bemerkenswerte Erscheinung dar. Hat man nämlich, den oben erwähnten Fussweg durch den Kessel verfolgend, den S.-Rand des letzteren erklommen und ist damit aus dem Walde in das Freie getreten, so sieht man sich oben auf der Hochfläche der Alb angelangt. Der Tuff ist damit verschwunden und allerorten ist hier oben der Weisse Jura ζ als anstehend zu erkennen. Unter anderem ist letzterer auch aufgeschlossen in der östlichen Hälfte des Grabens, welcher auf der Fig. 16 als solcher bezeichnet ist. Geht man in diesem Graben von O. nach W. weiter, so tritt auf einer Erstreckung von 90 Schritt an der nach S. gerichteten Böschung an zwei Stellen der Tuff anscheinend unter der Juradecke zu Tage. An der jenseitigen Böschung fehlt der Tuff bereits; wir stehen hier also an der Grenze zwischen Tuff und Weiss-Jura.

Auf der oben angeführten Fig. 16 habe ich den Tuff bis an diesen Graben heran als zusammenhängende Masse gezeichnet, weil das Tuffband an der Grabenböschung zu schmal für die Darstellung wäre. In Wirklichkeit aber ist der im Maare liegende mit Wald bewachsene Tuff von diesem im freien Felde am Grabenrande erscheinenden durch einen schmalen Streifen Weiss-Juragebietes getrennt. Offenbar hängen jedoch beide Tuffmassen unterirdisch zusammen. Es entsteht daher die Frage, ob der beide Vorkommen trennende Weiss-Jurastreifen anstehend ist oder nicht. So leicht das Anstehen

sich ostwärts dieser Stelle bejahen lässt, so schwierig ist doch hier über dem Tuffe die Entscheidung darüber. Bald möchte man sicher meinen, die über dem Tuffe liegende Masse von Weiss-Jura ζ sei auch hier anstehend; bald möchte man in ihr nur eine abgerutschte oder zerrüttete Masse sehen.

Diese Frage ist im höchsten Grade für unsere Tuffbildungen von Interesse: Auf der einen Seite eine Lagerung, bei welcher der Tuff **unter** anstehendem Weiss-Jura aufträte. Bei einem echten Eruptivgange, dessen geschmolzene flüssige Masse in eine Spalte hineingepresst wird, wäre das freilich eine alltägliche Erscheinung. Anders liegt die Sache jedoch hier, wo es sich um lose ausgeworfene Aschenmassen und zerschmetterte Sedimentärgesteine handelt. Dass solche in einen oben offenen Kraterkessel, aus dem sie herausgeschleudert werden, wieder zurückfallen und denselben allmählich anfüllen, ist sehr erklärlich. Wie aber kämen sie hier z. T. unter die Weiss-Juradecke?

Wäre letztere wirklich anstehend, dann wäre diese Stelle der sicherste Beweis dafür, dass unsere Tuffmassen sich selbst den Kanal durch die Jura- u. s. w. Schichten gebohrt haben, und dass nicht etwa zuerst durch Senkung ein Kanal entstanden ist, bevor die Tuffe herausgeschleudert wurden. Der Regel nach wäre die Durchbohrung dann bis an die Tagesfläche erfolgt. Ausnahmsweise aber, wie hier, wäre noch die obere Weiss-Juradecke überall oder nur an einer Stelle unversehrt geblieben; so dass die Füllung des Kanales mit Tuff in einer oben noch gänzlich oder doch z. T. geschlossenen Röhre erfolgte.

Denkbar ist das ja vollkommen. Aber doch sträubt man sich gegen eine solche Annahme. Warum, so wird man mit Recht fragen, sollten denn bei dem Ausbruche Gase und Tuffmassen nicht im stande gewesen sein, diese Weiss-Juradecke von nur wenigen Fuss Dicke zu durchbrechen wenn sie doch im stande waren, sich einen so langen Kanal zu bohren? Allerdings könnte man ja darauf hinweisen, dass — wie oben und auch an anderen Orten verschiedentlich betont — auf der Hochfläche der Alb die früheren Maarkessel jetzt zum grösseren Teile verschwunden sind; d. h. dass seit den Ausbrüchen ein der einstigen Tiefe dieser Kessel entsprechend mächtiger Schichtenkomplex des Weissen Jura abgetragen worden ist. Es wäre also zur Zeit dieses Ausbruches an der Gutenberger Steige die an der SW.-Ecke auf dem Tuffe liegende Weiss-Juradecke, falls sie eben anstehend ist, nicht nur einige Fuss, sondern etwas mehr mächtig

gewesen. Aber was will das sagen gegenüber der Thatsache, dass diese Ausbruchskanäle viele tausend Fuss dicke Gesteinsmassen durchbohren. Wenn die Gase die ungeheure Bohrarbeit durch diese mächtigen Gesteinsreihen leisten konnten, dann werden sie doch nicht vor der obersten derselben Halt gemacht haben, gleichviel ob dieselbe nur einige oder einige hundert Fuss Dicke besass.

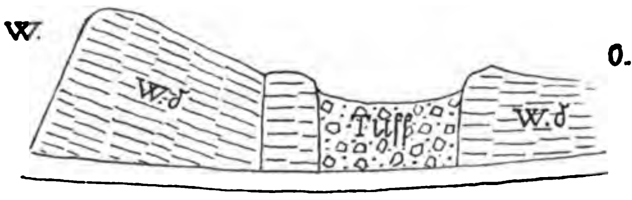
Unter solcher Überlegung scheint es mir doch immer noch einleuchtender, dass die auf dem Tuffe liegenden Weiss-Jurastücke nicht anstehen, sondern nur Schutt sind.

Auch noch in einer weiteren Beziehung zeigen sich bei diesem Maare bemerkenswerte Verhältnisse: Fast ausnahmslos fehlen bei unseren Maaren und Tuffgängen der Gruppe von Urach gestörte Lagerungsverhältnisse. Die durchbrochenen Schichten des Jurasystems haben fast überall ihre nahezu horizontale Lage bewahrt. Hier jedoch zeigt sich eine starke Störung der Lagerung. Unten freilich, da wo die Steige den Gang anschneidet, ist nichts Derartiges zu sehen. Folgt man dann aber dieser Fahrstrasse, welche sich nun um den Berg herumwindet, weiter bergauf erst in südwestlicher, dann in südöstlicher Richtung, so zeigt sich auf der letzteren Strecke eine Störung in der horizontalen Lagerung der Weiss-Juraschichten.

Allerdings befinden wir uns an dieser Stelle oben hart am Steilabfalle, an welchem leicht eine Abrutschung erfolgt sein könnte. Allein, wenn die Störung durch eine solche erfolgt wäre, so würden die Schichten ungefähr nach W., also im Sinne des Bergabhanges geneigt sein. Die Schichten fallen aber umgekehrt, ungefähr östlich, in den Berg hinein gerade gegen den Maarkessel hin, wie das der Pfeil in Fig. 16 auf S. 259 andeutet, während die punktierte Linie die Bruchlinie andeuten soll, bis an welche heran das starke Fallen sich bemerkbar macht. Der durch die Steige geschaffene, dieselbe begleitende Aufschluss lässt einen Fallwinkel erkennen, welcher zwischen 10 und 35° wechselt. Auch die Neigung der Oberfläche der dort an der Strasse liegenden Felder zeigt, dass hier eine grosse, nach O. gesenkte Platte vorliegt, wie Fig. 19 erläutert.

Wenn nun auf solche Weise hier in deutlichster Form als Ausnahme eine Lagerungsstörung, ein Absinken des westlich von dem Maarkessel gelegenen Gebietes zu diesem hin erfolgt ist, so ist doch zu betonen, dass dieses gestörte Gebiet nicht bis an den Rand des Maares bezw. Ganges heranreicht. Die Bruchlinie fällt nicht mit dem westlichen Maarrande zusammen, sondern läuft westlich in

einiger Entfernung von demselben, wie Fig. 19 erläutert. Die Durchbohrung der Erdrinde ist hier also nicht in der Bruchlinie bezw. Spalte, sondern neben derselben erfolgt, als wenn sie mit der Bildung des Bruches nichts zu thun habe. Letzterer könnte ja später entstanden sein.



Gutenberger Steige 4ter Gang v. S. her bei X gesehen
Fig. 19.

Die Kontaktmetamorphose, welche von dem in die Tiefe niedersetzenden Tuffgange ausgeht, lässt sich da, wo er von der Steige geschnitten wird, vorzüglich beobachten. Sie ist an beiden Salbändern eine verschiedene. Nähert man sich, auf der Strasse von unten heraufkommend, dem östlichen Salbande, so kommt man zunächst, bevor man den Gang erreicht, an eine Stelle, an welcher der Weisse Jura δ dunkelziegelrote Farbe zeigt und roter, keuperähnlicher Thon in einer Spalte liegt. Thon wie Färbung sind hier aber entstanden aus der Zersetzung des Kalkes durch Tagewässer. Man glaubt ein Zwischenstadium in der Entstehung des Bohnerzes vor sich zu haben, mit dem Kontakt steht diese Umwandlung jedenfalls in keinerlei Zusammenhang.

Dagegen zeigen sich ungefähr 10 Schritte vor dem Gange im Weissen Jurakalk unregelmässige rote Flecken, welche man wohl als Hitzewirkung betrachten möchte, denn die mitten in den Tuffen liegenden Kalkstücke sind ja sehr häufig rotgefärbt. Merkwürdigerweise lässt sich aber dann hart am Kontakt nichts von einer weiteren Metamorphose beobachten.

Anders liegen die Dinge am oberen westlichen Salbande. Hier ist der weisse Kalk im Kontakt auf $^1/_2$—1 Fuss Breite dunkel rauchgrau geworden; ganz wie wir das schon öfters z. B. bei dem zweiten Gange (S. 252) sahen und wie es auch bei zahlreichen, im Tuffe eingeschlossenen Kalkstücken der Fall ist. Auch im Nebenthale, also abwärts von dieser Stelle, erkennt man das dunkle Kontaktband neben dem Tuffe.

Dicht am oberen westlichen Salbande tritt an der Steige noch eine weitere bemerkenswerte Thatsache: Es liegt hier ein grosser Block von *Basalt im Tuffe*. Dass es sich etwa nur um einen ausgeworfenen Basaltblock handeln könnte, halte ich bei der Grösse desselben für ganz ausgeschlossen. Es finden sich auch nirgends sonst in unseren Tuffen grosse Blöcke von Basalt, ohne dass dieser letztere in ihnen nahebei anstände. Wir haben hier natürlich noch nicht den erstarrten grossen Basaltkuchen, welcher einst diesen Ausbruch veranlasste, vor uns. Dieser ruht in vermutlich sehr grosser Tiefe, denn wir finden ja die Kanäle, von welchen unser vulkanisches Gebiet durchbohrt ist, vom Weissen Jura an durch den Braunen und Schwarzen Jura hindurch bis auf den Keuper hinab mit Tuff erfüllt; und niemand vermag zu sagen, wie tief noch weiter diese tuffige Füllmasse reichen mag, bis wir auf den Urheber derselben, den Basalt stossen würden.

Das also, was wir hier hoch oben im Niveau des Weiss-Jura δ vor uns haben, ist nichts anderes als die oberste Spitze, die Apophyse eines Basaltganges, welcher, wie in manchen anderen unserer Tuffmassen hoch in dem Tuffgange aufsteigt und sich, wie ebenfalls meist, in Stücke oder Kugeln auflöst.

Ein weiteres Nachgraben ist an dieser Stelle leider eine Unmöglichkeit, da die Steige hier hart am Steilabfalle in den Felsen einschneidet und kein Raum für einen Schurf bleibt. Der Block, welchen ich anfangs ganz unverletzt im Tuffe liegend fand, ist bei wiederholtem Besuche, anscheinend auch durch andere, bereits zerkleinert und wird schliesslich wohl ganz verschwinden, da die umherliegenden Basaltstücke die Aufmerksamkeit auf ihn richten. Es ist daher günstig, dass sich Basaltstücke auch in dem nach N. hinabziehenden, im Tuffe ausgefurchten Nebenthale finden. Hier setzt jedenfalls dieser Basaltgang in die Tiefe.

Dieser Nachweis eines Basaltganges in einer der am Steilabfalle der Alb aufgeschlossenen Tuffmassen ist sehr wichtig. Wir finden ja nicht selten Basaltgänge in denjenigen unserer Tuffmassen, welche im Vorlande der Alb auftreten. Aber bei all diesen Vorkommen muss die Gangnatur des Tuffes erst durch sorgsame Untersuchung nachgewiesen werden. *Gerade in den am Steilabfalle der Alb auftretenden Tuffmassen, deren Gangnatur durch den vorzüglichen Anschnitt, welchen der Steilabfall erzeugt, über jedem Zweifel steht, sind aber Basaltgänge äusserst selten. Bisher kannten wir erst in*

einem einzigen derselben einen solchen. Es ist das der in die Tiefe hinabsetzende Tuffgang des Randecker Maares (No. 39). Zum zweiten Male nun lässt sich hier ein Basaltgang nachweisen. Dadurch wird auch hier der unumstössliche Beweis geliefert, dass der Tuff unmöglich von oben her durch Wasser oder Eis in die Spalte hinabgeschoben sein kann, sondern dass der Tuff in die Röhre durch einen Ausbruch von unten herauf befördert wurde.

Vom Weiss-Jura ζ an, oben auf der Hochfläche, bis hinab in das Niveau von ungefähr β lässt sich dieser Tuff als saigerer Gang in dem steilen Nebenthale verfolgen, welches im vulkanischen Gesteine ausgefurcht, nach N. in das Lenninger Thal hinabzieht. Der Basaltgang in dem Tuffgange steigt bis in das Niveau von δ hinauf.

Wie weit der Tuff im Nebenthale, also am Gehänge hinabsetzt, ist nicht festzustellen. Der Fuss des letzteren ist mit Rasen bewachsen, daher kann man nicht sehen, ob dort bereits der Gang aufhört und bereits der Weiss-Juramantel desselben ansteht. In diesem Falle dürfte, Fig. 16, der Tuffgang nicht bis in das Lenninger Thal hinab gezeichnet werden, sondern von demselben noch durch ein Weiss-Juraband getrennt sein.

46. Der Maar-Tuffgang am Rossbühl bei Brucken, südöstlich von Owen.

Halbwegs zwischen Owen und Unter-Lenningen liegt das Dorf Brucken, bei welchem ein kleines Nebenthälchen von O. her kommend in die Lauter mündet. In diesem Nebenthälchen giebt die geognostische Karte Württembergs ein grosses Tuffvorkommen von gerundet dreieckigem Umrisse an. Deffner bemerkt über dasselbe nur das Folgende: „Auch am Rossbühl liegt östlich von Brucken eine Tuffpartie, von der sich vorläufig nichts weiter bestimmen lässt.“

So viel nun ohne zu schürfen erkennbar ist, besitzt dieses Tuffvorkommen doch eine viel weniger grosse Ausdehnung, als auf der geognostischen Karte von Württemberg. Es scheint sich vielmehr auf den im folgenden beschriebenen Gang zu beschränken, so dass ich in der hier beigegebenen Karte das Bild entsprechend geändert habe.

Wenn man von Brucken aus in dem Nebenthälchen aufwärts wandert, so muss man bei der Brücke die Thalsohle verlassen und dem Wege folgen, welcher sich rechts etwas bergauf am Thal-

gehänge nach OSO. dahinzieht. An Stelle des von der Karte bereits an dieser Stelle angegebenen Tuffes findet man jedoch hier zunächst nur Braunen Jura. Viel weiter aufwärts erst springt da, wo rechter Hand der Wald beginnt, eine kleine grat- oder buckelförmige Erhöhung aus dem Abhange hervor, welche sich an letzterem hinabzieht. Dieser Buckel besteht aus Basalttuff, ist jedoch mit Rasen bedeckt.

Aufgeschlossen ist derselbe daher nur in sehr mangelhafter Weise. Immerhin aber verraten bereits an dem Wege, auf welchem man hier steht, da wo derselbe den Grat zu schneiden beginnt, einige Tuffstücke das Vorhandensein dieses vulkanischen Gesteines. Ich konnte jedoch auch auf dem berasten Gehänge des Buckels an dem Auswurfe frisch angelegter Obstbaumlöcher sicher erkennen, dass der Buckel aus Tuff besteht. Das Emporragen desselben aus seiner Umgebung erklärt sich durch die grössere Härte des vulkanischen Gesteins gegenüber der weichen Beschaffenheit der Thone des Oberen Braun-Jura, in welchen derselbe als Gang aufsetzt. An der Südseite des Tuffganges findet man diese Thone oben am Walde zweifellos anstehend. Aber, wie schon oben gesagt, auch an der Nordseite desselben dürfte auf den Wiesen, welche dort vor dem Walde liegen, sicher auch derselbe Obere Braun-Jura, nicht aber Tuff anstehen.

Bei Feststellung der Gestalt dieses Ganges ist zunächst in Betracht zu ziehen, dass sich derselbe an dem Bergabhange hinabzieht, dass also die Oberfläche des letzteren den Gang schräg, von hinten-oben nach vorn-unten durchschneidet. Dadurch muss natürlich der Gang länger gestreckt erscheinen, als in Wirklichkeit der Fall ist; und da der Abhang nach O. fällt, so scheint auch dieser Gang von W. nach O. zu streichen.

Es ist mir aber, nach Analogie mit unseren anderen Tuffgängen, doch wahrscheinlicher, dass hier nicht die Ausfüllung einer gestreckten Spalte, sondern diejenige eines Kanales von rundlichem oder doch nur elliptischem Querschnitte vorliegt, so dass sich dieser Gang unseren anderen als gleichartig anreihen würde, d. h. er wäre auch nur der in die Tiefe setzende Kanal eines einstigen Maares.

Da auch dieser Tuff, wie stets der Fall, Weiss-Jurabrocken enthält, so muss zur Zeit seines Ausbruches sich an dieser Stelle noch die Alb ausgedehnt haben. Das Seitenthälchen, in welchem wir uns befinden, kann daher damals noch nicht ausgefurcht gewesen sein. Wir gelangen mithin hier zu einem ganz analogen Ergebnisse wie bezüglich

des Lenninger Hauptthales, in welches dieses Seitenthälchen mündet; denn dass auch an Stelle dieses Hauptthales zur Zeit des Ausbruches noch die Hochfläche der Alb bis hinauf zum Weiss-Jura ε sich ausdehnte, wird uns die Untersuchung des Tuffes vom Sulzburgberge zeigen (No. 48).

II b. Die am Steilabfalle und in den Thälern der Alb, auf und an der Erkenbrechtsweiler Halbinsel gelegenen, daher aufgeschlossenen Tuff-Maare bezw. Maar-Tuffgänge.

Es ist eingangs erklärt worden, dass ich als „Erkenbrechtsweiler Halbinsel" das ganze Gebiet verstehen will, welches zwischen Lauter und Erms liegt, und zwar rechne ich von Gutenberg an der oberen Lauter und von Seeburg an der oberen Erms an. Die Linie des Steilabfalles dieser Halbinsel wird nun dadurch verlängert, dass östlich und südlich von Urach die Elsach mit ihren Nebenbächen, sodann der Wittlinger Bach und der Riedheimer Bach mehr oder weniger tief den Rand der Hochfläche der Alb zerfransen. Auch in diesen Thälern finden sich Maare und Tuffgänge angeschnitten. Ich teile daher die Vorkommen am Steilrande dieser Halbinsel behufs besseren Auffindens derselben auf der Karte in zwei Abteilungen: 1. die zwischen Gutenberg und Urach, 2. die südlich und östlich von Urach auftretenden Tuffe.

1. Die am Steilabfalle der Erkenbrechtsweiler Halbinsel zwischen Gutenberg und Urach liegenden Punkte.

Ich beginne bei der Beschreibung der einzelnen Punkte im oberen Lauterthale auf dem linken Ufer desselben, gehe dann nach N., dann um die N.-Spitze der Halbinsel herum und wieder am W.-Abhange der letzteren im Ermsthale gegen S.

47. Der Maar-Tuffgang des Conrads-Felsens.

Drei Kilometer südlich von dem sogleich zu besprechenden Tuffgange des Sulzburg-Berges (No. 48) bei Unter-Lenningen befindet sich der Tuffgang des Conrads-Felsens. Schon der Name „Felsen" deutet an, dass wir hier nicht einen kegelförmigen Berg, sondern einen senkrecht aufragenden, und zwar unersteiglichen Tufffelsen vor uns haben.

Die mit Kalktuff erfüllte Thalsohle des Lenninger Thales ist hier bis auf die Grenze zwischem Weissem und Braunem Jura eingeschnitten. Steil erhebt sich auf dem linken Ufer des Lauterbaches das Thalgehänge, in seinem obersten Teile von der senkrechten Mauer

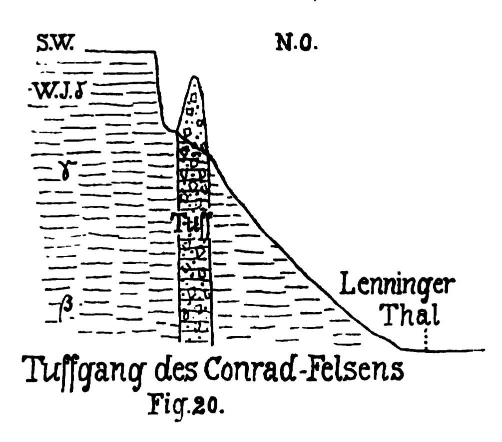
des Weiss-Jura δ gekrönt, welcher an dieser Stelle die Hochfläche bildet. Hart am Fusse dieses letzteren, senkrechten Absturzes, also hoch oben aus oberstem γ, wächst dort mitten im Walde ein weithin sichtbarer, hoher, nadelförmiger Fels von düsterer Farbe empor, das dunkle Gestein wie durchspickt mit weissen Kalkbrocken.

Sowie man den Fuss des Thalgehänges erreicht hat und nun den, das letztere bedeckenden Wald betritt, stellt sich dem Beobachter ein Anblick dar, wie er sich bei keinem anderen unserer doch so zahlreichen Tuffvorkommen ergiebt. In einer Breite von etwa 150 Schritten, der Breite der Nadel ganz ungefähr entsprechend, zieht sich vom Fusse derselben ein Felsenmeer riesiger Tuffblöcke bis in das Thal hinab. Der gewaltige Umfang dieser Blöcke, sowie das vollständige Fehlen kleineren Tuffschuttes, sind ein sprechender Beweis für die Härte des Gesteines, welches trotz des Sturzes in die grosse Tiefe nicht zerschmetterte. An diesem Beispiele wird recht deutlich die zuerst so überraschende Thatsache erläutert, dass ein von Natur so weiches Gestein wie vulkanischer Tuff in unserem Gebiete durch nachträgliche Cementierung eine solche Härte erlangt hat, dass es nun widerstandsfähiger selbst als der harte Weiss-Jura geworden ist. Doch dürfen wir freilich nicht ausser acht lassen, dass bei diesem letzteren in der Wechsellagerung harter Schichtenabteilungen mit weichen die Hauptursache der verhältnismässig so schnellen Zerstörung der Weiss-Jurabildungen ist. Es ist ganz auffallend, wie hier beim Conrads-Felsen die grossen Blöcke fast nur aus Tuff bestehen, während die Kalkblöcke beim Absturze in die Tiefe zerschmetterten und den feineren Gesteinsschutt bilden, auf welchem jene liegen.

Folgt man diesem Felsenmeere aufwärts, so ergiebt sich am Fusse der Nadel eine Grenze des Vordringens, da das Gehänge hier schwer ersteiglich wird. Es lässt sich daher auch die Dicke der Tuffmasse, von NO. nach SW., nicht abschreiten. Die Breite derselben, von SO. nach NW., beträgt etwa 150 Schritte an der Grundfläche. Diese letztere Ausdehnung mag wohl die etwas längere sein, so dass sich ein vermutlich elliptischer Querschnitt der Felsnadel ergeben würde.

Beim Anblicke dieser hochaufragenden Gesteinssäule wird jeder Gedanke daran verstummen müssen, dass hier der Erosionsrest einer durch Wasser oder Eis hoch oben an den Steilabfall angelagerten Masse vorliegen könnte. Die einzige einleuchtende Erklärung ist die, dass dieselbe im Steilabfalle wurzelt, demselben gangförmig ein-

gelagert ist. Die den Abhang bis an seinen Fuss bedeckenden Blöcke könnten dann weiter zu der Annahme verleiten, dass sich dieser Tuffgang im aufgeschlossenen Zustande bis an den Fuss des Gehänges hinab zöge, also durch letzteres sehr schräg von oben-hinten nach unten-vorn durchschnitten würde. Derartige Anschnitte kommen ja vielfach in unserem Gebiete vor, wie z. B. bei dem obersten Gange an der Gutenberger Steige (No. 45), welcher sich gleichfalls am Steilabfalle aus Weiss-Jura ζ bis an das β hinabzieht. Wäre das hier der Fall, dann würde man jedoch an dem steilen Gehänge ausser den grossen Tuffblöcken auch anstehenden Tuff finden. Überall zeigt sich jedoch nur Weiss-Juraschutt.



Tuffgang des Conrad-Felsens
Fig. 20.

Es liegt daher im Conrads-Felsen ein saigerer Tuffgang vor, dessen Kopf an der Grenze zwischen Weiss-Jura γ und δ am Steilabfalle der Alb zu Tage tritt und früher gewiss auch am Boden eines, nun zerstörten Maarkessels mündete.

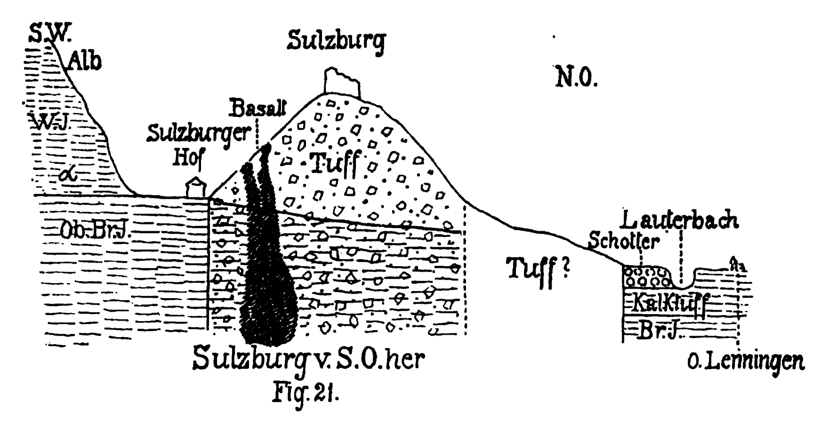
Während der Korrektur erhalte ich von Herrn Fabrikant Joh. Binder am Markt in Ebingen die freundliche Mitteilung, dass derselbe auch Basalt im Tuffe des Conrads-Felsens gefunden hat. Es wäre das ein weiterer Beweis dafür, dass dieser Tuff an Ort und Stelle ausgebrochen ist.

48. Der Maar-Tuffgang des Sulzburg-Berges.

Das Thal des Lauterbaches, auch Lenninger Thal genannt, ist mit ungefähr nordsüdlichem Verlaufe tief in den Nordrand der schwäbischen Alb eingeschnitten. In der Mitte des Thales, bei dem Dorfe Unter-Lenningen, erhebt sich steil aus der Thalsohle, gleich einer Insel, ein länglicher, ungefähr SO.—NW. streichender Berg, welcher von den Trümmern der Sulzburg gekrönt ist. Dieser Berg ist eine bisher durch die Erosion noch nicht beseitigte Masse, also ein stehengebliebener Überrest des früheren Thalinhaltes. Stehengeblieben, weil sein Gestein, vulkanischer Tuff, trotzdem es an der Oberfläche

zu Sand zerfällt, in geringer Tiefe bereits fester ist als die Juraschichten, welche dasselbe einst mantelförmig umhüllten.

Die geologische Karte von Württemberg giebt an, dass der Fuss des Sulzburg-Berges ringsum aus Oberem Braun-Jura besteht und dass nur der Gipfel mit Tuff gekrönt ist. An der nach Unter-Lenningen hin gelegenen Seite ist sogar an der Grundfläche der Erhebung noch Braun-Jura γ eingezeichnet. Das ist wohl aber nur Konstruktion auf Grund von Beobachtungen, welche an anderen Stellen gemacht wurden, und hier kaum zutreffend. Besteigt man nämlich den Berg auf dem gewöhnlichen Wege, vom östlich gelegenen Dorfe aus, so sieht man zuerst am Bache Flussschotter aufgeschlossen. Beim Anstiege findet sich über diesem dann aber nicht Braun-Jura γ, sondern wider Erwarten bereits Tuffboden auf den



Sulzburg v. S.O. her
Fig. 21.

Äckern; denn die Böschung des Bergfusses ist hier eine so flache, dass man Jura vermuten möchte. Weiter hinauf folgt dann steilere Böschung, welche ganz sicher bis zum Gipfel hinauf durch anstehenden Tuff gebildet wird. Es scheint mir nun, dass es sich im ersteren Falle nicht um von oben abgerutschte Tuffmassen handle, sondern dass letztere auch auf dem flacher abfallenden Fusse des Berges dem Dorfe zu wirklich anstehen. Doch habe ich sie immerhin mit ? bezeichnet.

Auf der entgegengesetzten Seite des Berges, der südwestlichen, an welcher der Sulzburg-Hof steht, fehlt dieser schwach geböschte Fuss, weil auf dieser Flanke des inselförmigen Berges das Thal viel weniger tief eingeschnitten ist. Hier reicht der steile Abfall des ganz aus anstehendem Tuffe gebildeten Hügels bis in die Thalsohle hinab. Wenn letztere auch mit alluvialer Bildung eingeebnet sein

mag, so wird doch auf ihrem Grunde Oberer Braun-Jura anstehen, wie das DEFFNER in der geologischen Karte Württembergs einzeichnete. Ich habe daher in obenstehender Skizze dies als thatsächlich angenommen. Dagegen habe ich in letzterer auf dem nach Unter-Lenningen zu gelegenen Gehänge den Tuff bis an das Lauterthal hinabgeführt, weil ich das auf dem oben geschilderten Wege beobachtete. Daher beginnt in meiner Skizze der Braun-Jura hier erst unter der Thalsohle, während er nach Angabe der Karte bereits weiter bergaufwärts eingezeichnet werden müsste, etwa da, wo ich die punktierte Linie mit dem Fragezeichen angegeben habe. Es ist das übrigens etwas ganz Nebensächliches, das auf die Deutung der Lagerungsverhältnisse keinen Einfluss hat.

Die Lagerungsverhältnisse des Tuffes treten bei dem Mangel an entscheidenden Anschnitten, in welchen man den Kontakt zwischen Tuff- und Jurabildungen beobachten könnte, nicht so klar vor Augen. Kein Geolog, welcher, ohne unsere Tuffgangbildungen zu kennen, vor diesen Tuffberg träte, würde denselben zunächst als einen Gang auffassen, welcher, im Braun-Jura aufsetzend, seinen Kopf hoch aus der Umhüllung desselben herausstreckt. Er würde das um so weniger thun, als der Tuff an seiner Oberfläche locker, grandig ist, also gar nicht den Eindruck grösserer Widerstandsfähigkeit macht, welche ihn befähigte, einen Berg zu bilden [1].

Die Deutung der Entstehungsweise des Sulzburg-Berges würde also zunächst darauf hinauslaufen, dass man denselben entweder als den Erosionsrest einer grösseren Tuffdecke auffasste, welche einstmals das Lauterhal erfüllte; oder dass man ihn als entstanden betrachtete durch einen gerade nur an dieser Stelle vor sich gegangenen subaërischen Aschenausbruch, infolgedessen hier auf der heutigen Thalsohle ein Berg aufgeschüttet wurde.

Die letztere Annahme erweist sich nun durch die Beschaffenheit des Tuffes sogleich als unhaltbar: Die Thalsohle liegt bereits im Niveau des Braun-Jura; der Tuff enthält jedoch zahllose Weiss-Jurabrocken. Dort wo er ausbrach, muss daher auch dieses oberste Glied der Juraformation angestanden haben. Eine subaërische Aufschüttung des Berges auf dem heutigen Thalboden ist mithin undenkbar.

Es bliebe daher nur jene erstere Annahme möglich, nach wel-

[1] Das ist jedoch, nach Analogie mit zahlreichen anderen unserer Tuffvorkommen, sicher auch hier nur äusserlich der Fall; im Innern wird auch dieser Tuff sehr fest sein.

cher unser Berg der Erosionsrest einer einst grösseren, das Thal erfüllenden Decke wäre, deren Material an irgend einer anderen Stelle zu Tage gefördert wurde. Diese Möglichkeit ist indessen bereits durch die Erkenntnis ausgeschlossen, dass weder Wasser noch Eis unsere Tuffe verfrachtet haben kann (s. später). Wie soll nun dieser Tuff an die Stelle des heutigen Sulzburgberges gelangt sein, da er doch, wenn an anderer Stelle ausgebrochen, nur an einer hoch oben auf der Alb gelegenen entstanden sein könnte? Er enthält nämlich Weiss-Jurastücke bis hinauf zum δ, muss also an einer δ-Stelle entstanden sein. Wir müssen daher zu einer anderen Erklärung greifen.

Zu einer solchen werden wir indessen auch noch durch einen anderen Grund gedrängt: In dem Tuffberge setzt nämlich ein Basaltgang auf. Natürlich könnte dieser letztere ja in eine, das Thal erfüllende grosse Tuffdecke eingedrungen sein. Indessen wäre es doch ein höchst unwahrscheinliches Zusammentreffen, dass bei der gänzlichen, spurlosen Abtragung dieser ausgedehnten Decke aus dem Thale gerade nur an derjenigen Stelle Tuff erhalten geblieben wäre, an welcher ein kleiner Basaltgang sich befand; denn der Sulzburgberg ist das einzige Tuffvorkommen, welches sich in der Sohle des Lauterthales befindet.

Unvergleichlich viel wahrscheinlicher ist es daher, dass an derselben Stelle, an welcher der Basalt ausbrach, auch der Tuff zu Tage gefördert wurde. Nun sahen wir jedoch, dass die zahllosen Weiss-Jurabrocken einen subaërischen Ausbruch auf der heutigen aus Braun-Jura bestehenden Thalsohle undenkbar machen. Folglich bleibt nur die eine Möglichkeit übrig, dass der Ausbruch sich an dieser Stelle ereignete, als das heutige Lauterthal noch gar nicht bestand, sondern sich noch die Alb bis zum Weiss-Jura δ hinauf ausdehnte. Hierbei wurde der Ausbruchskanal, welcher ungefähr elliptischen Querschnitt besass, mit der Tuffbreccie angefüllt, während zugleich, oder etwas später, auch zusammenhängende Basaltmasse in letztere eindrang. Wir haben also auch hier einen Tuffgang vor uns.

Offenbar hat Deffner, welcher übrigens die Gangnatur dieses Tuffvorkommens auch bereits vermutete, diesen Basalt noch nicht gekannt, denn anderenfalls würde er desselben zweifellos Erwähnung gethan haben, da er die verhältnismässig seltenen Basaltvorkommen unserer Gegend sämtlich aufzählt. Auch heute noch ist dieser Basaltgang übrigens nicht aufgeschlossen. Er beginnt vielmehr erst durch

die Erosion aus der ihn umhüllenden Tuffmasse herausgeschält zu werden, so dass er vorerst nur den Kopf ein wenig aus derselben herausstreckt. Dass es sich etwa nur um lose Blöcke von Basalt im Tuffe handeln könnte, ist bei der Grösse derselben ganz ausgeschlossen. Selbst wenn das aber der Fall wäre, so würde doch bereits die Anwesenheit so grosser Basaltblöcke für einen an Ort und Stelle erfolgten Ausbruch sprechen. Es liegt indes sicher hier das Ausgehende eines den Tuff durchsetzenden Basaltganges vor, welcher an zwei Stellen aus dem Tuffe herausschaut. Dieser Gang dürfte eine mindeste Breite von 15 Schritt besitzen und den Abbau zur Strassenbeschotterung vielleicht später einmal lohnen. Die betreffende Örtlichkeit befindet sich auf dem steilen SW.-Abhange des Berges, gerade oberhalb des an seinem Fusse gelegenen Sulzburghofes.

Bei der Musterung der sedimentären Gesteinsarten, welche oben auf dem aus Tuff bestehenden Bergrücken liegen oder in der Burg vermauert sind, ergiebt sich, dass dieselben nur zum Teil aus dem Tuffe herrühren, zum anderen Teile aber auf den Berg hinaufgebracht sind. Was die in der Sulzburg vermauerten Weiss-Jurasteine anbetrifft, so muss mindestens ein Teil derselben an Ort und Stelle dem Tuffe entnommen sein, da die betreffenden Stücke dieselbe rote, durch den Vulkanismus hervorgerufene Färbung zeigen, wie sie vielfach an den Weiss-Jurabrocken unserer Tuffe zu beobachten ist. Zum anderen Teil aber mögen diese Steine auch zum Bau von ferner Stelle her auf den Hügel gebracht worden sein. Sicher gilt das natürlich von den im Mauerwerk sitzenden bezw. aus diesem zu Boden gefallenen Kalktuffsteinen, welche nur unten in der Thalsohle anstehen. Sicher aber auch von den umherliegenden Platten des Posidonomyenschiefers, mit welchen das Dach dieser Burg, wie mancher anderer in diesen Landesteilen, einst gedeckt war.

Eigentliche Aufschlüsse im Tuffe, mit Ausnahme des sogleich zu erwähnenden, fehlen am Berge. Doch sind die Beschaffenheit des Tuffes und seine Bestandteile in den Äckern und Weinbergen, namentlich der SW.-Seite des Berges, sehr gut zu erkennen. An dieser selben Seite liegt am Fusse des Berges der Sulzburghof. Der Besitzer des letzteren hat nahe dem S.-Ende des Berges in neuerer Zeit einen Steinbruch eröffnet, in welchem Weiss-Jurakalk gebrochen wird, dessen mächtige Klötze an dieser Stelle vor dem spärlichen Tuffe vorwalten. Es ist das entweder eine schon bei dem Ausbruche oben auf der Alb losgebrochene und in den Schlund hinabgestürzte Masse, oder es ist ein Rest des ehemaligen Weiss-Juramantels unseres

Ganges, welcher bei der Erosion bisher übrig blieb, an der Aussenseite der Tuffmasse allmählich in ein tieferes Niveau rutschte und dort auf dem Tuffe liegen blieb. Die Lage nicht im, sondern auf dem Tuffe macht letztere Deutung entschieden wahrscheinlicher.

49. Der Maar-Tuffgang des Bölle bei Owen.

Fast genau unter denselben Verhältnissen, unter welchen der Tuffgang des soeben besprochenen Sulzburgberges (No. 48) auftritt, erscheint, nur 2 km nordöstlich von diesem, ein weiteres Tuffvorkommen. Dasselbe bildet einen kleinen Hügel, welcher, ganz wie dort, sich aus Oberem Braun-Jura am Fusse der Alb erhebt. Er ist unter dem Namen des „Bölle bei Owen“ bekannt.

Bei der geringen Grösse desselben könnte leicht der Zweifel entstehen, ob wirklich hier ein selbständiger Ausbruchspunkt vorliegt, ob man nicht vielmehr einen Erosionsrest vor sich habe. Allein genau wie bei dem Sulzburgberge wird auch hier durch das Aufsetzen eines Basaltganges im Tuff ganz zweifellos erwiesen, dass letzterer durch einen an Ort und Stelle erfolgten Ausbruch erzeugt und in der Ausbruchsröhre abgelagert worden ist. Schaut bei der Sulzburg dieser Basaltgang vorerst nur mit seinem Kopfe aus dem Tuffe heraus, so ist er am Bölle bei Owen jetzt bereits in seiner ganzen Längserstreckung abgebaut, so dass nun statt seiner eine mächtige, mit senkrechten Wänden klaffende Spalte 16 m tief den Tuffhügel durchfurcht.

Dieser Basaltgang streicht von O. nach W. in einer Länge von etwa 30 m und besitzt eine grösste Breite von 6 m. Letztere befindet sich in der Mitte, denn vorn und hinten keilt er sich aus. Der Abbau geschah anfangs der siebziger Jahre durch Herrn Chemiker Carl Krauss in Ehingen a. Donau[1], dessen freundlichen brieflichen Mitteilungen ich die folgenden Angaben entnehme:

„Während an anderen Orten, z. B. am Kraftrain, der Basalt so allmählich in den Tuff überging, dass man eine scharfe Grenze zwischen beiden schwer ziehen konnte, waren hier beide Gesteine scharf aneinander abgeschnitten. Der Basalt war in etwa fünfeckige Säulen abgesondert, welche wagerecht querüber lagen; sie standen also senkrecht zu den saigeren Wänden der Spalte. Auch ein Zerfallen der Säulen in Kugeln war hier und da zu bemerken. Nach der Tiefe hin zog sich der Gang mehr zusammen. Da das sowohl

[1] Diese Jahresh. 1880. S. 74 u. 75.

der Breite als auch der Länge nach der Fall war, so machte es den Eindruck, als wenn der längliche Gang in der Tiefe in einem mehr rundlichen Kanal übergehe. Auffallend war die Verschiedenheit, welche der Basalt an verschiedenen Stellen zeigte. Das zu Tage austretende Gestein war dunkel und ausserordentlich hart und zähe. Nach unten wurde es allmählich heller und weniger fest. Die Ursache daran lag in dem fein eingesprengten, aus der Zersetzung hervorgegangenen Zeolith. Dieser wurde nach unten hin immer reichlicher, so dass die Eignung des Gesteins zu Strassenmaterial schliesslich ganz aufhörte."

Während also sonst der Regel nach ein Gestein in der Tiefe frischer und härter wird, dagegen nahe der Tagesfläche sich stärker zersetzt zeigt, war das hier umgekehrt der Fall.

Am Eingange in die tiefe Schlucht, welche nun nach Abbauen des Basaltganges zurückgeblieben ist, bemerkt man, dass der letztere eine kleine Apophyse in den Tuff hineingeschickt hat. Dieselbe befindet sich nördlich von dem Gange. Auch an den senkrechten Tuffwänden, in welchen noch hier und da kleinere Basaltstücke haften, sieht man, wie der flüssige Gesteinsbrei in die Tuffwände hineingewürgt und gepresst worden ist. Beide Gesteine sind leicht dadurch zu unterscheiden, dass der Basalt feinkörnig ist, während der Tuff grosse weisse Flecken besitzt, welche von dem eingeschlossenen Weiss-Jura-Kalk herrühren. Am Salbande ist nämlich der Tuff sehr hartgebrannt und oft von kleinen Hohlräumen durchschwärmt. Diese mit weissem, strahligem Zeolith ausgekleideten Drusenräume des Tuffes sind zugleich auch die Fundstätte der schönsten Kalkspatkrystalle, welche je in Württemberg gefunden wurden. Sie zeichnen sich durch ihre meist wasserklare Farbe aus, sowie durch eine grosse Anzahl von Flächen. Leuze gab eine Beschreibung derselben[1]. Sodann findet sich im Tuff des Bölle bei Owen sehr häufig Magnesiaglimmer; derselbe mag jedoch, wie Leuze anführt, z. T. durch Verwitterung von Hornblende und Augitkrystallen entstanden sein. Von Granit fand ich nichts. Leuze erwähnt eines Stückes, welches jedoch nach Beschreibung des Besitzers „ziemlich verändert aussehe", also vielleicht fraglicher Natur ist.

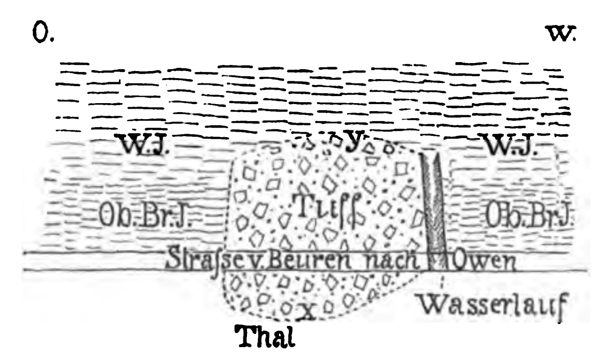
---

[1] Diese Jahresh. 1880. Jahrg. 36. S. 74—83 und 1882. Jahrg. 38. S. 95 pp. Vergl. auch Werner, Über die Varietäten des Kalkspats in Württemberg. Ebenda 1867. Jahrg. 23. S. 129, wo bereits der Kalkspäte von Bölle bei Owen Erwähnung geschieht.

50. Der Maar-Tuffgang im Alte Reuter an der Chaussee von Beuren nach Owen.

Am Fusse des nördlichsten Zipfels der Erkenbrechtsweiler Halbinsel stecken zwei Tuffgänge ihre Köpfe aus Oberem Braun-Jura heraus: Das soeben beschriebene Bölle bei Owen No. 49 und der jetzt zu besprechende im „Alte Reuter", welcher ungefähr 2 km westlich von jenem liegt. Der Punkt befindet sich an der Stelle, an welcher von der, Owen und Beuren verbindenden Strasse sich die Steige nach Erkenbrechtsweiler abzweigt.

Hier zieht sich an dem schrägen Abhange ein etwa 225 Schritte breites Band von Tuff hinab, welches eine nur geringe Erhebung inmitten der Thone des Oberen Braunen Jura bildet. Diese letzteren sind von der Alb her, an deren Fusse sie liegen, unter einer dichten



Tuffgang im „alten Reuter"
Fig. 26a.

Schutthülle verdeckt. Infolgedessen ist der Kontakt zwischen dem Jura und dem vulkanischen Gesteine an der oberen Grenze des letzteren, zum Weiss-Jura α hin, ganz verwischt. Auch an der Ostseite ist er nicht scharf zu erkennen. Anders jedoch auf der Westseite; auf dieser zieht ein kleiner Wasserriss in gerader Linie an der Grenze beider Bildungen den Abhang hinab, so dass man links vom Wasserrisse das sedimentäre, rechts das vulkanische Gestein aufgeschlossen findet. Der Verlauf dieser Kontaktlinie ist ein fast nordsüdlicher.

Der Tuff erstreckt sich an dem Abhange nicht nur bis an die Chaussee von Beuren nach Owen, sondern er überschreitet dieselbe auch im Osten, so dass er sich hier jenseits, nördlich derselben noch fortsetzt und bis in die Thalsohle hinabreicht. Auf-

fallend ist es, dass hier unten, bei x, so sehr viel grosse Weiss-Jura-Blöcke bis zu δ hinauf im Tuffe sitzen. Ganz dasselbe findet oben, auf dem Gipfel bei y, an der Grenze zum anstehenden Weiss-Jura statt, wo man sie freilich nur auf dem Tuffe liegen sieht, da letzterer selbst dort nicht aufgeschlossen ist. Dagegen fehlen sie auf dem eigentlichen Abhange, an welchem der Tuff mehrfach und in grösserem Masse angeschnitten wird; denn hier liegen fast nur ganz kleine Kalkstücke in dem vulkanischen Gesteine. Das ist nun sehr erklärlich, wenn man bedenkt, dass hier ein senkrecht in die Tiefe niedersetzender Tuffgang vorliegt, welcher durch die Erdoberfläche, den schrägen Abhang des Albfusses, schräg von hinten-oben nach vorn-unten durchgeschnitten wird. Es sind daher hier am Abhange oben, unten und an den Seiten der Schuttmantel und die äusseren Lagen des Ganges durchschnitten, dagegen in der Mitte des Abhanges die inneren Lagen, die Seele desselben. Nun ist in manchen Fällen in unserem Gebiete der Tuff aussen, gegen das Salband hin und an seiner Oberfläche reicher an grösserem Weiss-Jura-Schutt, als im Inneren, da von der Wand des Eruptionskanales wohl abgebrochene grosse Stücke leichter in diese äusseren Lagen gelangen konnten. Vor allem aber sind die Tuffmassen in der Regel mit einem Schuttmantel aus Weiss-Jura-Kalk umhüllt, welcher aus den Erosionsresten der den Tuff zunächst umgebenden Weiss-Jura-Wand hervorgegangen ist. So erklärt sich jene Thatsache leicht.

Von besonders zu erwähnenden fremden Einschlüssen im Tuffe sind zu nennen: granitische Gesteine, jedoch nur in kleinen Stücken; sodann roter Keuperthon und ein fraglicher Sandstein, der vielleicht dem Buntsandstein entstammt. Die Weiss-Jura-Stücke gehen hinauf bis zum δ, welches auch heute noch oben auf der Alb am Rande derselben, also ganz nahe diesem Punkte ansteht.

Der Beweis für die Gangnatur dieses Tuffvorkommens ist in seiner Gestaltung und Lagerung begründet. Wenn dasselbe in Form eines starken Buckels sich auf dem Abhange der Alb erhöbe, dann könnte man den Tuff wohl für angeschwemmt, also auf dem Juragesteine aufgelagert halten. Das ist aber nicht der Fall. Die Tuffmasse erhebt sich namentlich da, wo sie an den Braun-Jura grenzt, nur wenig über diesen, liegt also mit dem übrigen, aus Jura bestehenden Bergabhange fast in einer Ebene. In dieser Ebene nun sind an der Westseite Tuff und Jurathon durch eine schnurgerade, am Abhange hinablaufende Linie getrennt, wie das Fig. 26a zeigt. Das spricht entschieden für eine gangförmige Lagerung; denn bei

Auflagerung des Tuffes auf dem Jurathon würde diese Grenze mehr in unregelmässiger Linie verlaufen. Wir haben also auch hier einen Tuffgang, welcher aus dem Oberen Braun-Jura seinen Kopf herausstreckt und von dem Bergabhange schräg von oben-hinten nach unten-vorn durchschnitten wird. Nach Analogie mit den anderen hat er wohl ebenfalls einst auf dem Boden eines Maarkessels gemündet.

51. Der Maar-Tuffgang an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler.

Wenn man Beuren verlässt, um mittels dieser Strasse nach Erkenbrechtsweiler zu gehen, so benutzt man zunächst die nach Owen führende Chaussee. Man erreicht bald den in No. 50 beschriebenen Tuffgang im „Alte Reuter“, welcher am Fusse der Alb aufsetzt. Hier zweigt sich die nach Erkenbrechtsweiler führende Steige von

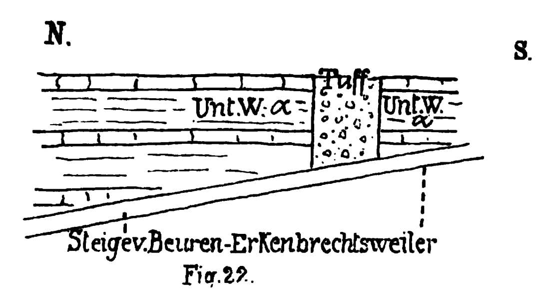


Fig. 22.

jener ab. Folgt man derselben bergauf bis in das Niveau des Obersten Weiss-Jura α, so findet sich durch die Steige in einer Breite von 9 Schritten aufgeschlossen abermals ein Tuffgang. Es braucht das, wie zum Schlusse gezeigt werden wird, jedoch durchaus nicht die wirkliche Breite, der Durchmesser des Ganges zu sein. Von dem nördlichsten der beiden Maare oben auf der Hochfläche bei Erkenbrechtsweiler No. 31 liegt dieser Tuffgang in Luftlinie noch nicht 1 km weit entfernt. Ich gebe hier das Profil desselben.

In horizontaler Schichtung sieht man hier den Weiss-Jura α am Steilabfalle der Alb anstehen und denselben durchsetzt von einer senkrecht stehenden Spalte, welche mit Tuff erfüllt ist. Namentlich die nördliche Kontaktlinie beider Gesteinsarten ist haarscharf aufgeschlossen; nicht ganz im selben Masse auch die südliche.

Der Gang scheint zwar nach SW. zu streichen. Allein es ist bereits mehrfach darauf hingewiesen worden, dass bei den am Steilabfalle aufgeschlossenen Tuffgängen die Streichungsrichtung immer

wieder eine andere zu sein scheint, je nach der Seite, an welcher sie angeschnitten sind. Es kommt das daher, dass diese Gänge nicht Ausfüllungsmassen von langgestreckten Spalten sind, welche eine bestimmte Streichrichtung haben, sondern von Kanälen rundlichen Querschnittes, welchen eine solche überhaupt nicht zukommt. Von welcher Seite diese nun auch durch eine Strasse oder einen Bergabhang angeschnitten werden mögen, stets wird in dem Beobachter die Empfindung geweckt, dass hier ein spaltenförmiger, aus dem Abhange heraustretender Gang vorliege, welcher, wo der Beobachter auch stehe, gerade auf ihn zu streicht. Es kommt das daher, weil man an einen Gang im allgemeinen immer mit der vorgefassten Meinung herantritt, dass er langgestreckt sein müsse.

Im vorliegenden Falle vermag ich nun nicht mit voller Sicherheit darzuthun, dass unser Gang ebenfalls einer bestimmten Streichrichtung entbehrt, dass er einen rundlichen Querschnitt besitzt. Er müsste zu dem Zwecke auch an seiner Innen-, nach der Alb hin gelegenen Seite, also ringsum aufgeschlossen sein. Nach Analogie mit fast allen anderen Vorkommen unseres Gebietes aber bin ich davon überzeugt, dass hier ebenfalls ein solcher Kanal vorliegt.

Hervorzuheben ist zunächst, dass sich am Salband keinerlei Kontaktwirkung beobachten lässt, wie doch sonst so häufig der Fall. Sodann, dass hier ziemlich viel Hornblende im Tuffe liegt, während sonst lose Krystalle mehr zu den Seltenheiten in unserem Gebiete gehören. Endlich drittens, dass eckige Weiss-Jura-Stücke bis zu Kopfgrösse dem Tuffe eingebettet sind. An und für sich ist das ja etwas Alltägliches für unser vulkanisches Gestein. Allein bei dem anscheinend kleinen Durchmesser des Ganges ist diese Thatsache bemerkenswert; denn je geringer der Durchmesser einer solchen kanalförmigen Röhre, desto befremdender wird uns die in unserem Gebiete nicht zu umgehende Vorstellung, dass aus der Spalte ein selbständiger Ausbruch erfolgte, welcher dieselbe gleichzeitig mit Tuff und zertrümmertem Sedimentgestein ausfüllte.

Ich habe jedoch bereits oben darauf hingewiesen, dass, wenn dieser Gang von der Strasse nur in einer Breite von 9 Schritten angeschnitten wird, dieses doch keineswegs sein wirklicher Durchmesser zu sein braucht. Denkt man sich einen kanalförmigen saigeren Gang von kreisrundem Querschnitt, welcher im Körper der Alb steckt und von deren Steilabfalle nun senkrecht geschnitten wird, so kann unter allen senkrechten Schnitten nur derjenige seinen wirklichen Durchmesser verraten, welcher gerade durch die Vertikal-

achse des Ganges hindurchgeht. Je mehr dagegen der Schnitt sich einem tangentialen nähert, desto weniger breit wird der Aufschluss, desto geringer scheint daher dem Beobachter, welcher dies nicht erwägt, der Durchmesser des Ganges zu sein. Vielleicht ist auch bei dem hier in Rede stehenden Gange der Durchmesser viel grösser als 9 Schritte.

52. und 53. Die beiden Maar-Tuffgänge an der Steige von Neuffen nach Hülben und Urach.

In ganz ähnlicher Weise wie der soeben besprochene Gang an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler werden durch die von Neuffen nach Hülben führende Steige zwei solcher Gänge angeschnitten. Während aber bei ersterem der Anschnitt an einer



Steige v. Neuffen nach Hülben. Unterer Gang.
Fig. 23.

tieferen Stelle der senkrechten Röhre erfolgt, nämlich im Niveau des obersten Weiss-Jura α, findet er hier an einer höheren Stelle derselben, in demjenigen des obersten γ statt.



Steige v. Neuffen nach Hülben. Oberer Gang
Fig. 24.

Beide Gänge liegen noch nicht $^1/_2$ km von einander entfernt. Der untere, nördliche, wird in einer Breite von 150—200 Schritten, der obere, südliche, in einer solchen von etwa 130—150 Schritten[1]

[1] Nur geschätzt, da man nicht über das Nebenthal hinüberschreiten kann.

von der Steige angeschnitten. Am letzteren ist die nördliche Kontaktlinie gegen den Weiss-Jura γ ganz scharf zu erkennen, die südliche dagegen nicht so deutlich. Bei dem unteren Gange ist umgekehrt der südliche Kontakt scharf, der nördliche nicht. Von Kontaktmetamorphose ist auch hier nichts zu bemerken.

Wie bei dem vorher in No. 51 besprochenen Gange (s. S. 279) hat man auch hier infolge derselben vorgefassten Meinung zuerst die Empfindung, als wenn die beiden Gänge von O. nach W. streichen. Dann glaubt man wieder zu sehen, wie sie nach SW. bezw. NW. streichen; ganz je nach der Stellung, in welcher man sich dem Gange gegenüber befindet. Es zieht nämlich bei dem nördlichen der beiden Gänge ein in der Tuffmasse desselben beginnendes Seitenthälchen des Neuffener Thales nach SW. hinab, dagegen bei dem südlichen nach NW. Daher unwillkürlich die, aber sicher falsche Vorstellung zweier langgestreckter Gänge, welche in diesen beiden Richtungen streichen.

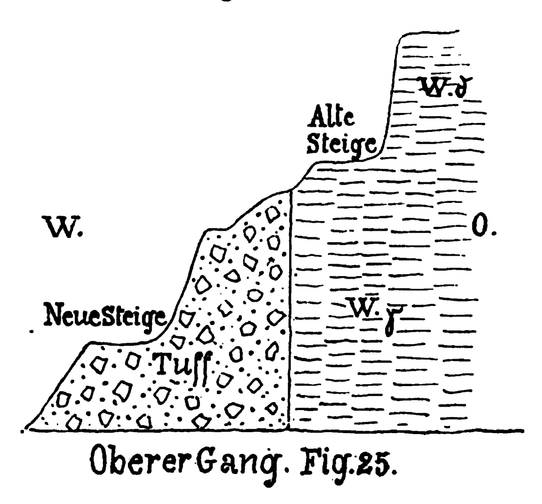
2 Tuffgänge an der Steige v. Neuffen nach Hülben
Fig. 26.

Doch noch eine zweite falsche Vorstellung hinsichtlich der Lagerung des Tuffes drängt sich auf. Dass zwar von Auflagerung desselben auf dem Weiss-Jura keine Rede sein kann, ist völlig klar. Aber man könnte beide Gänge in der folgenden Weise für die Endpunkte eines und desselben Ganges erklären wollen.

Die vorstehende Zeichnung giebt den Situationsplan der beiden Gänge. Wie man aus demselben ersieht, macht die zwischen ihnen verlaufende Steige einen nach Westen konvexen Bogen. Da nun aber auch der Steilabfall der Alb, an welchem diese Steige entlang läuft, diese Ausbauchung besitzt, so kann man von einem der Gänge aus den andern nicht sehen. Es drängt sich daher der Gedanke auf, dass man nur einen einzigen, ungefähr N.—S. streichenden langgestreckten Gang vor sich habe, wie das die punktierte Linie andeutet. Dessen vorderes und hinteres Ende wäre dann durch die

beiden Einbiegungen bezw. Winkel der Steige angeschnitten, während der ganze mittlere Teil des Ganges noch im Körper der Alb steckte.

Wäre nun diese Annahme richtig, so müsste dieser ganze mittlere Teil des Ganges am Steilabfalle oben zu Tage ausstreichen. Das ist jedoch nicht der Fall; überall da, wo der Tuff zu Tage treten müsste, steht Weiss-Jura δ an. Ich sage, der letztere steht an; denn wenn das Gehänge über dem Anschnitte, also der Kopf des Ganges, wie ja so oft der Fall, mit Kalkschutt bedeckt wäre, so könnte es leicht sein, dass der am Gehänge zu Tage austretende Gang von den Schuttmassen verhüllt würde. Das ist aber hier nicht der Fall; überall ist anstehendes Gestein, und zum Überflusse läuft auch noch die alte Steige mitten zwischen beiden vermeint-



Oberer Gang. Fig. 25.

lichen Endpunkten des Ganges hindurch in die Höhe und geht dann auf der Linie weiter, in welcher der Gang streichen müsste. Überall aber nur anstehendes δ statt des erwarteten Tuffes. Zudem befindet man sich auf dieser alten Steige, wenn man sie bis an den oberen, südlichen, der beiden Gänge verfolgt, schliesslich hinter demselben, d. h. östlich von ihm, albeinwärts. Auch hier im Osten anstehendes δ, hart daneben der Tuff, wie das die obenstehende Zeichnung zeigt. Es kann mithin gar keinem Zweifel unterworfen sein, dass hier wirklich zwei senkrecht in die Tiefe hinabsetzende röhrenförmige Tuffgänge vorliegen, welche einst auf dem Boden zweier Maarkessel oben auf der Alb mündeten; denn noch zeigt sich in der Höhe ein Teil der aus Weiss-Jura δ gebildeten Umrahmung derselben.

Wenn man sich auf der oben erwähnten alten Steige zwischen beiden Gängen aufwärts begiebt, so sieht man hier, dass der Weiss-Jura δ z. T. etwas zerrüttet ist, so dass senkrechte Spalten in denselben eingerissen sind, welche sich anscheinend mit hineingestürzten ε-Felsen erfüllten. Wahrscheinlicher ist das nur zersetztes δ. Auch sind das δ und ebenso diese ε-Felsen dort gerötet, wie das in den Tuffen oft der Fall ist. Das ist nun sehr bemerkenswert! Die Gänge zeigen unten an der Steige im Kontakte keinerlei Umwandlung oder Färbung des anstehenden Kalkes. Hier oben dagegen, an einer Stelle, die nicht ganz hart im Kontakte, sondern nur sehr nahe am Tuffe liegt, zeigt sich rote Farbe des anstehenden Kalkes. Das könnte man als Beweis dafür auffassen, dass in diesem Falle die Rötung nicht durch die Hitze des Tuffes, sondern durch aufsteigende heisse Dämpfe entstanden sei, welche den etwas zerrütteten Kalk durchströmten. Indessen könnte ebenso die Hitze vom Tuffe ausgehend in den zerrütteten Kalk eingedrungen sein. Der Unterschied ist überhaupt kein grosser, es mag auch beides zusammengewirkt haben.

In beiden Gängen findet man im Tuffe nur kleinere Weiss-Jura-Stücke und auch nicht so zahlreiche wie an vielen anderen Punkten. Beide haben einen grauen, ziemlich weichen, ungeschichteten Tuff.

54. Der Maar-Tuffgang St. Theodor.

Der Erkenbrechtsweiler Halbinsel entspringt im NW. ein langer gratförmiger Sporn von gewundenem Verlaufe und geringerer Höhe. Während auf dem eigentlichen Körper der Halbinsel sich der Weisse Jura bis zum δ und ε hinauf aufbaut, ist die First dieses Spornes nur noch mit Unterem Weiss-Jura gedeckt. Wie ein Reitersporn in dem zackigen Rade ausläuft, so endet auch dieser Sporn an seiner Spitze mit dem dreizackigen, gewaltigen vulkanischen Jusiberge. Der N.-Flanke des Spornes aber ist noch ein weiterer ganz kleiner Vulkanberg vorgelagert, welcher St. Theodor genannt wird. Derselbe liegt somit östlich vom Jusi, in etwa 0,75 km Entfernung von demselben.

Dieser kleine, ein wenig in der SW.—NO.-Richtung langgezogene Bühl erhebt sich aus Oberem Braun-Jura. Der ganze Hügel ist mit Rasen überzogen, eigentliche Aufschlüsse fehlen. An der Nordseite aber, da, wo der am Fusse des Berges gelegene Acker an den Absturz der hier vorgelagerten Terrasse anstösst, kam in einem Baumloche zweifelloser Tuff zu Tage. Mithin besteht nicht nur der

eigentliche Bühl, sondern auch diese, seinem Nordfuss umgebende Terrasse aus Tuff. Die folgende Abbildung giebt den Bühl von der Neuffen-Metzinger Strasse, also von Norden aus gesehen.

Am Nordende des Bühls liegen einige mächtige Weiss-Jura-Blöcke, dem δ angehörig; doch fand sich auch ε vertreten, während der nahebei gelegene Ausläufer der Alb nur durch α und β gebildet wird und lediglich an einem einzigen kleinen Punkte noch einen Aufsatz von γ trägt.

Der Kontakt zwischen Tuff und Jurathon lässt sich bei der Berasung des ganzen Hügels nicht in scharfer Linie erkennen; ungefähr aber ist das doch an einigen Stellen der Fall. Eine solche befindet sich z. B. an dem Nordende. Dort besteht der Absturz der Terrasse noch aus Tuff, während in geringer Entfernung von dem Fusse derselben im Acker der Thonboden des Oberen Braun-Jura erscheint.



St.Theodor v.N.her gesehen
Fig. 21a.

Aus der Lagerung konnte, bei dem Fehlen von Aufschlüssen, unmöglich die Frage entschieden werden, ob hier ein Gang oder eine aufgelagerte Tuffmasse vorliegt. Ich liess daher an dem oben genannten Punkte des Nordendes, in dem der Terrasse vorgelagerten Acker hart am Fusse derselben, bohren. Das Bohrloch stand bis auf $3^1/_2$ m im Tuffe; unter diesem aber wurde Braun-Jura-Thon zu Tage gefördert. Wir sind daher an dieser Stelle hart am Salbande des Ganges. Dort haben wir unter den $3^1/_2$ m Tuff entweder einen grossen aus Jurathon bestehenden Einschluss im Tuffe erbohrt, wie solche ja nahe dem Salbande besonders oft vorkommen. Oder wir haben direkt in das Nebengestein, in die Wandung des Ausbruchskanals gebohrt, welche hier nicht glatt abgeschnitten, sondern etwas uneben war. Unhaltbar ist jedenfalls die Annahme, dass das Bohrloch auf einer Tuffmasse angesetzt wurde, welche von oben her auf den Braun-Jura abgerutscht wäre. In diesem Falle hätten wir den letzteren dicht unter der Oberfläche erbohrt haben müssen, nicht aber erst in $3^1/_2$ m Tiefe.

Die Analogie mit fast hundert anderen Tuffgängen giebt wohl die Gewähr dafür, dass wir auch hier einen Gang und nicht eine aufgelagerte Masse vor uns haben.

55. Der Maar-Tuffgang des Jusi-Berges.

Die Erckenbrechtsweiler Halbinsel entsendet nach NW. hin einen langen gewundenen Ausläufer, an dessen äusserstem Ende die dreispitzig umgrenzte Tuffmasse des Jusi sitzt wie ein dreizackiges Rad an einem langen Sporne. Die Halbinsel selbst baut sich bis zum δ und ε hin auf. Dieser gratförmige Fortsatz aber besteht nur noch aus α und β; an einer einzigen Stelle auch noch aus etwas γ.

Der Jusi bildet gegenwärtig die grösste Tuffmasse in unserem vulkanischen Gebiete. Dereinst freilich wird ihr wohl diejenige des Randecker Maares (No. 39) an Umfang gleichkommen; wenn nämlich bei diesem erst die in die Tiefe niedersetzende Tuffffüllung des Ausbruchskanales, wie bei dem Jusi jetzt schon der Fall, ringsum freigelegt sein wird.

Dieses Randecker Maar ist gleichfalls bereits, wenn auch nicht an die Spitze eines Spornes, so doch an den äussersten Rand einer Albhalbinsel gerückt. Es wird daher die Herausschälung seiner mächtigen, in die Tiefe niedersetzenden Tuffsäule in, geologisch gesprochen, kurzer Zeit sich vollzogen haben. Ganz wie heute beim Jusi wird dann der jetzt noch an der Tagesfläche befindliche Explosionskrater verschwunden und die jetzt noch im Körper der Alb steckende Tuffsäule in einen freistehenden, oben abgerundeten oder zugespitzten hohen Berg von gewaltigem Umfange umgewandelt sein. Ganz wie heute schon beim Jusi wird dieser Tuffberg des früheren Randecker Maares dann von einem oder mehreren Basaltgängen durchzogen sein. Ganz wie heute beim Jusi werden sich dann auf dem Gipfel des aus ungeschichtetem Tuffe bestehenden Randecker Berges Fetzen geschichteten Tuffes befinden. Ganz wie heute beim Jusi werden dann auch auf dem Rücken oder an der Flanke des gewaltigen Randecker Tuffberges zunächst noch so grosse Fetzen von Weiss-Jurakalk liegen, dass sie wie anstehende Massen aussehen. Ganz also wie heute der Jusi, so wird auch dieser grosse Randecker Tuffberg dann den Eindruck hervorrufen, als bilde er nicht einen in die Tiefe hinabsetzenden, durch einen subterranen Ausbruch erfüllten Tuffgang riesigen Umfanges, welcher entstand als sich hier noch die Alb erhob — sondern als bilde er eine auf den Oberen Braun-Jura aufgesetzte, also demselben aufgelagerte Masse, welche hier durch

einen subaërischen Ausbruch aufgeschüttet wurde, zu einer Zeit, in der bereits die ganze Gegend bis auf den Oberen Braun-Jura hinab erodiert war.

Ich habe mit Absicht diese langatmige Parallele zwischen dem Zukunftsbilde des Randecker Maares und dem gegenwärtigen des Jusiberges gezogen und dieselbe an den Beginn der Beschreibung des letzteren gestellt. Es soll auf diese Weise der Leser sogleich in die richtige Anschauung versetzt werden, dass der Jusiberg genau ebenso ein Tuffgang ist wie alle anderen unserer Tuffberge oder Bühle, und dass er sich von denselben lediglich durch seine gewaltige Grösse und dreieckige Gestalt unterscheidet; dass er ferner ehemals genau ebenso auf dem Boden eines Maarkessels mündete, wie derjenige des Randecker Maares noch heute.

Gerade diese Grösse und Gestalt sind es nämlich, welche den Beschauer zunächst vor einer solchen Auffassung zurückschrecken machen und ihn dazu antreiben, in dem Jusiberge einen jener auf der Erdoberfläche aufgeschütteten, subaërisch gebildeten Aschenkegel zu sehen, wie sie uns in fast allen Vulkangebieten der Erde entgegentreten. Das ist jedoch zweifellos eine irrtümliche Auffassung, darum nämlich, weil, solange wir ihr folgen, gewisse Lagerungsverhältnisse, sowie die auf Flanke und Rücken gelagerten riesigen Fetzen von Weiss-Jura, endlich die geschichteten Tuffe teils schwer, teils unlösbare Rätsel bilden. Diese lösen sich aber sofort und in leichtester Weise bei jener anderen Auffassung, dass der Jusiberg der Tuffgang eines zerstörten Maares ist.

Die gewaltige Tuffmasse des Jusiberges erhebt sich bis zu ungefähr 150 m über die an seinem Fusse anstehenden Schichten des Oberen Braun-Jura. Es ist dies etwa die Mächtigkeit, welche der Weiss-Jura α und β zusammen besitzen. Der Jusiberg ragt also jetzt noch ungefähr bis in das Niveau des obersten β auf, und es steht in der That auch an der SO.-Seite des Jusiberges auf der Firste des Weiss-Juraspornes das obere β in derselben Höhe an wie sie dem Gipfel des Jusi zukommt: Geht man daher über den Grat des Spornes auf den Jusi, so bleibt man, aus Weiss-Jura β in Tuffgebiet kommend, fast in demselben Niveau. Es ist nötig dies vorauszuschicken, denn es leuchtet nun sofort ein, dass die riesigen Schollen von Weiss-Jura δ und auch ε, welche oben auf dem Gipfel und auf den Flanken des Tuffberges, namentlich an dem NW.- und dem S.-Arme liegen, unmöglich als Reste anstehender Massen auf

gefasst werden dürfen, denn sie befinden sich unterhalb des ihnen im Anstehen zukommenden Niveaus.

Da noch heute oben auf dem Jusi geschichtete Tuffe anstehen, ferner diese im Wasser geschichteten Tuffe, wie wir beim Randecker Maare No. 39 sahen, nur auf dem obersten Ende der massigen Tuffsäule sich bilden können — so kann die Tuffsäule des Jusiberges seit ihrer Entstehung noch nicht wesentlich durch Abtragung erniedrigt worden sein. Da wiederum diese geschichteten Tuffe auf dem Jusi etwa im Niveau des Weiss-Jura β zu γ liegen, so muss der Maarkessel, auf dessen Boden sie sich niederschlugen, durch ε und δ hinab bis in dieses Niveau gereicht haben.

Deffner giebt auf Blatt Kirchheim der geognostischen Karte an, dass am Nordfusse des Jusiberges über dem Oberen Braun-Jura gegenwärtig auch noch Weiss-Jura α anstehe [1]. Es würde auf solche Weise durch das Kartenbild sehr deutlich vor Augen geführt, dass der Jusiberg wirklich ein aus dem Körper der Alb herausgeschälter Tuffgang ist, denn er wäre dann nicht nur an seiner SO.-Seite, da wo er mit dem Sporne zusammenhängt, sondern auch an der dieser gegenüberliegenden Nordfront von Unterem Weiss-Jura eingehüllt, d. h. es wären an diesen beiden Stellen noch Reste des Nebengesteines, der Wand des Kanales erhalten. Doch muss man sich hierbei vergegenwärtigen, dass an der SO.-Seite diese Weiss-Jurawand des Kanales aus α und β besteht, also noch bis zur vollen Höhe der Tuffausfüllung des letzteren hinaufreicht, während sie an der Nordfront, nur noch durch unterstes α gebildet wäre, lediglich den Fuss des Tuffberges umkleidend.

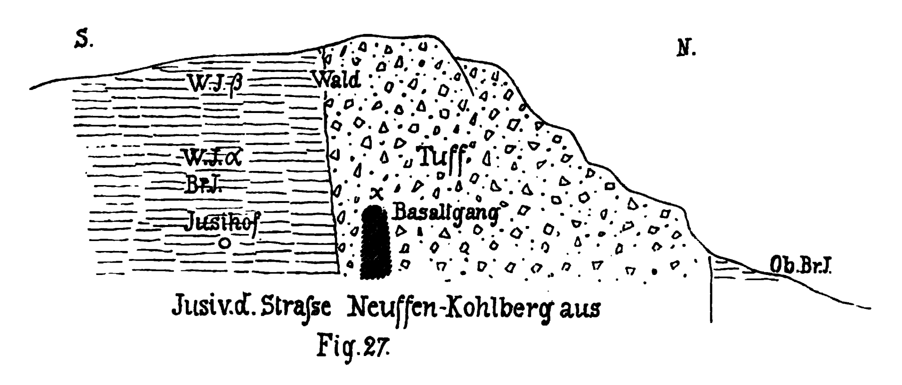
Ich vermag mich jedoch nicht davon zu überzeugen, dass an der N.-Flanke des Jusi Weiss-Jura α wirklich noch ansteht. Im Niveau des α liegen dort bereits Blöcke von δ und massenhafter Kalkschutt, alles abgerutscht, also nicht mehr anstehend. Ich gebe daher das folgende Profil (Fig. 27) nach meiner Auffassung, zeichne also anstehend am Fusse der N.-Flanke des Jusi nur Oberen Braun-Jura. Ob Deffner in einem Aufschlusse das α wirklich gefunden oder ob er es nur konstruiert hat, giebt er nicht an.

Wenn nun aber auch noch etwas Weiss-Jura α über dem Braun-Jura anstehen sollte, so würde sich doch der Typus des Aufschlusses nur unwesentlich dadurch ändern. Nach wie vor würde er in die Gruppe gehören, bei welchen, wie am Kraftrain (No. 76),

[1] Begleitworte. S. 21.

der Tuffgang nur noch an der Rückseite im Jura bezw. Lias steckt, an den drei übrigen Seiten aber bereits aus demselben herausgeschält ist. Die Frage, ob α im N. ansteht oder nicht, hat, wie man sieht, nur scheinbar eine Bedeutung, nämlich nur für die kartographische Darstellung, weil bei dieser der Weisse Jura durch andere Farbe als der Braune ausgezeichnet ist und somit bei Deffner am Nordrande des Jusi ganz auffallend hervortritt, in meiner Karte aber nicht. In Wirklichkeit ist diese Frage eine völlig gleichgültige, wie auch durch das farblose obige Profil erhellt.

Während unsere Tuffgänge der Gruppe von Urach fast ausnahmslos einen ungefähr kreisrunden oder ovalen Querschnitt besitzen, ist derjenige des Jusi nach Deffner's Aufnahme durch einen ganz auffallend dreieckig gestalteten ausgezeichnet, wie der Grundriss in Fig. 29 erkennen lässt. Deffner sagt in bezug darauf: „Ganz deutlich



Jusi v. d. Strasse Neuffen-Kohlberg aus
Fig. 27.

erkennt man in diesem Grundriss des Jusiberges die einfachste Form, in welcher eine Fläche von einem von unten wirkenden Stosse gesprengt wird." Diese Vorstellung erinnert an die Lehre von den Erhebungskratern, welche annahm, dass an dem Orte eines Vulkanausbruches zunächst eine blasenförmige Auftreibung der Erdrinde erfolge, veranlasst durch die einen Ausweg suchenden vulkanischen Massen. So stellt sich wohl auch Deffner vor, dass beim Jusi durch einen Stoss die Erdrinde hochgehoben und dabei nach drei von diesem Punkte ausstrahlenden Richtungen zerplatzt sei.

Mit Recht aber nimmt wohl die Geologie jetzt an, dass die vulkanischen Massen nicht die Kraft haben[1] die ganze Erdrinde

[1] Bei den Lakkolithen, welche hiervon eine Ausnahme bilden sollen, lässt sich die Entstehung der unterirdischen Hohlräume, in welche ihr Schmelzfluss eindrang, indessen auch auf gebirgsbildende Kräfte zurückführen. Durch letztere,

in solcher Weise hochzuheben und zu zerbrechen, sondern dass sie nur da einen Ausweg aus der Tiefe finden, wo die Erdrinde durch gebirgsbildende Kräfte bereits zerbrochen ist. Diese Spalten werden dann von den vulkanischen Massen und Gasen an den Linien, in welchen diese in der Spalte aufsteigen, zu Röhren oder Kanälen erweitert. Es wird in anderen Fällen auch die Spalte vielleicht gar nicht bis an die Erdoberfläche fortsetzen, so dass sich die Gase dann den Rest ihres Weges bis an die Oberfläche hin ganz allein ausblasen, wie das in unserem Gebiete der Fall zu sein scheint. Weder dort noch hier kommt es aber dabei zu einer Hochhebung der Erdrinde.

Ist dieser Standpunkt der richtige, dann werden wir jene Deffner'sche Auffassung nicht gelten lassen dürfen; und es ergeben sich dann für uns zwei Möglichkeiten, den eigentümlich dreieckigen Grundriss der Tuffmasse des Jusiberges zu erklären.

Entweder nehmen wir an, dass sich der Querschnitt der Röhre, in welcher der Tuff des Jusiberges in die Tiefe hinabsetzt, nicht mit dem Grundrisse des aus dem Tuffcylinder entstandenen Basaltberges an der Erdoberfläche deckt. Es könnte der erstere wie gewöhnlich ungefähr kreisrund und oval sein. Bei der Herausarbeitung der Bergform aus dem diese Röhre erfüllenden Tuffcylinder wäre aber der Tuff nach drei Richtungen hin abgerutscht und abgespült. Wir würden dann in den drei Armen des Jusiberges drei Schutthalden zu sehen haben.

Dieser Erklärungsversuch wäre entschieden zu verwerfen. Die Erscheinungsweise des Tuffes in den drei Armen ist durchaus nicht die einer Schutthalde, sondern diejenige einer anstehenden Masse. An vielen Orten ist auch der Schuttmantel auf dem Tuffe ausserdem sehr gut ausgebildet, welcher unsere anstehenden Tuffe bedeckt.

Hat man diese Annahme daher zu verwerfen, so bliebe die andere, dass an der betreffenden Stelle sich zwei Spalten bildeten, — nicht durch die Explosion der Gase, sondern durch gebirgsbildende Kräfte, also vorher — eine westöstliche und eine nordsüdliche, welche in Form eines lateinischen grossen **T** durchkreuzten. Durch Erweiterung namentlich der senkrechten, d. h. nordsüdlichen, Spalte wäre dann von den explodierenden Gasen ein Kanal ausgeblasen worden. Der Kanal würde drei eckige oder spaltenförmige

nicht durch vulkanische, wären dann die den Eruptivkuchen bedeckenden Schichten um diesen herum gewölbt worden. Das ist die durch Suess begründete Auffassung; andere führen die Entstehung der die Lakkolithen bergenden Hohlräume auf die Thätigkeit des Schmelzflusses zurück.



Ausbauchungen — die drei Arme — besitzen, welche sich bei dem Ausbruche ebenso mit Tuff füllten wie der eigentliche Kanal selbst. Die folgende Abbildung soll das ungefähr veranschaulichen.

Ich muss gestehen, dass mich auch diese Erklärung nicht recht befriedigt. Die Annahme zweier sich durchkreuzenden Spalten ist freilich durchaus einleuchtend. Aber man möchte doch annehmen, dass diese nicht einen nur so sehr kurzen Verlauf haben, dass sie sich weiter fortsetzen müssten. Das ist aber nicht der Fall. Ich weiss indessen keine andere Deutung. Ich würde die Annahme bevorzugen, dass hier der Ausbruchskanal zufällig durch eine Höhle dreieckigen Querschnittes hindurchgesetzt wäre, welche sich mit Tuff erfüllt hätte — wenn wir uns ganz im Niveau des Weiss-Jura befänden. Allein der Fuss des Jusi erhebt sich aus dem thonigen Oberen Braun-Jura, in dem es sicher keine Höhlen giebt; darüber folgt dann erst der bis 100 m mächtige Weiss-Jura α, welcher mit seinen Thonen und weichen Mergeln auch nicht zur Höhlenbildung geschickt ist. Somit bleibt nichts anderes übrig, als die Annahme von Spalten.

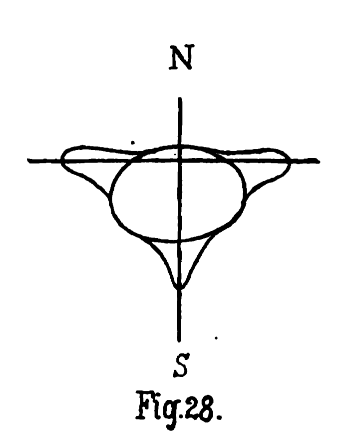


Fig. 28.

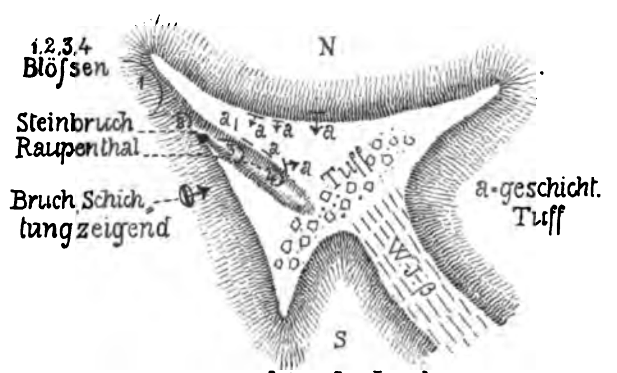
Mag dem nun sein wie ihm wolle, jedenfalls liefert dieser auffallende dreieckige Grundriss des Jusiberges einen Beweis dafür, dass es sich bei demselben um eine subterran entstandene Bildung, um die Ausfüllung eines Hohlraumes, nicht aber um einen auf dem Oberen Braun-Jura aufgeschütteten subaërisch gebildeten Vulkankegel handelt; denn ein Berg letzterer Entstehungsweise wird einen rundlichen oder auch unregelmässigen Umriss besitzen, nicht leicht aber einen so regelmässig dreieckigen.

Betrachten wir die Gestalt und Beschaffenheit des Jusi-Berges etwas näher. Wir können, wie erwähnt, drei Arme unterscheiden, welche sich vom Hauptkörper des Berges nach NW., O. und S. erstrecken. Dieselben sind niedriger als der mittlere Teil des Jusi und bilden drei verhältnismässig schmale steil abfallende Rücken. Der nordwestliche dieser Arme wird noch in besonderer Weise dadurch von dem Körper des Berges abgeschnürt, dass sich ein tiefes Erosionsthal, das Raupenthal, in letzteren eingefurcht hat. Dasselbe zieht ungefähr von dem Mittelpunkte des Jusi aus hinab nach NW

begrenzt den in derselben Richtung vorspringenden Arm an seiner nach SW. fallenden Flanke und schnürt ihn auf solche Weise bis in das Herz des Berges hinein von letzterem ab.

Die Wirkung dieser drei so weit hinausspringenden Arme ist es, dass die drei Stirnen oder Flanken des Berges, welche nach N., W. und SO. abfallen, überaus lang bezw. breit sind. So erscheint die Tuffmasse des Jusi noch weit kolossaler als sie es in Wirklichkeit ihrem Rauminhalte nach bereits ist.

Die Flanken des Jusi fallen fast überall äusserst steil ab; auch auf solche Weise die, geologisch gesprochen, erst kürzlich erfolgte Umwandlung des senkrecht stehenden Tuffganges in einen herausgeschälten Berg verratend. Doch betrifft diese Steilheit nur den eigentlichen vulkanischen etwa 150 m hohen Teil des Berges, welcher



Grundriss des Jusiberges
Fig. 29.

bereits zum grössten Teile aus seiner sedimentären Hülle herausgearbeitet ist. Der Fuss des Jusi dagegen, welcher noch völlig in der aus Thonen des Oberen Braun-Jura bestehenden Hülle steckt, hat die diesen gewöhnlich zukommende weit geringere Böschung.

Auch die Flanken aber sind, wie schon erwähnt, noch teilweise verhüllt. An dem mittleren Teile der nach SO. gerichteten Flanke durch anstehenden Weiss-Jura α und β. Es ist das die bereits oben erwähnte Stelle, an welcher der Jusi noch mit der Alb zusammenhängt; an welcher also noch die Wand des die Alb durchbohrenden vulkanischen Ausbruchskanales erhalten ist. Dass aber auch an anderen Seiten noch vor kurzem eine solche Umhüllung vorhanden war, das geht aus den massenhaften Resten derselben hervor, welche noch heute an manchen Stellen auf dem Tuffe liegen und den für

unsere Tuffe so kennzeichnenden Schuttmantel bilden. Das ist zunächst an der nördlichen Flanke der Fall, wo über den Thonen des Oberen Braun-Jura Felsen von Weiss-Jura δ liegen. Anscheinend fallen sie ganz steil nach S., aber das könnte täuschen, da es sich um massige Felsen handelt. Derartige Blöcke schauen auch weiter bergaufwärts aus dem steilen mit Rasen bewachsenen Nordabhange heraus. Der Boden ist überall schwarz, nicht etwa wie Tuff-, sondern wie Verwitterungsboden von Weiss-Jura ε. Auf einer ziemlichen Strecke ist so die Nord-Flanke des Jusi bis zur halben Höhe hinauf durch Schuttmassen des Weissen Jura bedeckt. Besonders auf der östlichen Hälfte der Nordflanke sind diese letzteren aber bereits abgespült, so dass hier der unter ihnen anstehende Tuff schon am Fusse des Berges zu Tage tritt. Derselbe steht hier auch noch weit bergaufwärts an; und nur oben auf dem Kamme des Ostarmes ist er wieder mit dem Mantel aus Weiss-Juraschutt verhüllt, wie überhaupt die ganze ausgedehnte Gipfelfläche zum grössten Teile. Auch auf der Westflanke hängen solche Schuttmassen an mehreren Stellen. So am NW.-Arme an der Chaussee und an dem kleinen Steinbruche, welcher südlich von dem in den Berg einschneidenden Raupenthale und östlich von Vorderweiler-Kappishäusern oberhalb der dortigen Äcker liegt; in Fig. 29 als „Bruch“ bezeichnet.

Alle diese Weiss-Juramassen stehen entschieden nicht mehr an; aber sie liegen doch auf dem Tuffe, ungefähr noch nahe der Stelle, an bezw. über welcher sie einstmals angestanden haben. Im allgemeinen liegen sie, weil hinabgerutscht, alle in tieferem Niveau als ihnen anstehend zukam.

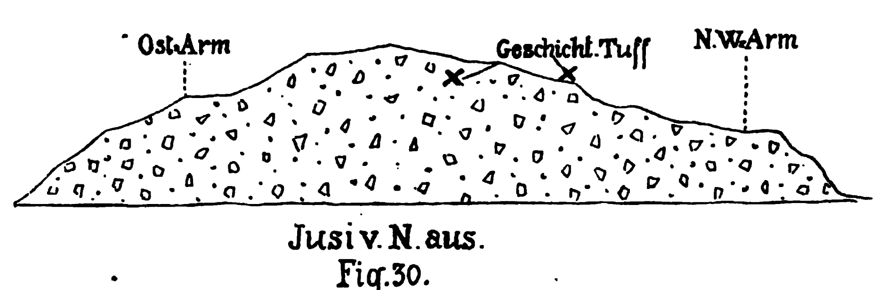
Auf solche Weise tritt der Tuff besonders zu Tage auf dem grössten Teile der W.-Flanke. Dann am östlichen Teile der N.-Flanke, sowie an dem dieser gegenüberliegenden Bergabhange der nach S. gerichteten Flanke des O.-Armes, an welcher man ihn im Walde allerorten beobachten kann. Oben auf der Höhe findet man ihn am oberen Anfange des Raupenthales an dessen S.-Abhange.

Wenn nun im vorhergehenden die Gründe und Analogien dargelegt wurden, welche darthun, dass wir im Tuffe des Jusi-Berges durchaus nur genau dasselbe zu sehen haben wie in den übrigen Tuffvorkommen unseres Gebietes, nämlich Tuffgänge, und zwar Eruptionskanäle früherer Maare, so muss diese Ansicht auch noch gegenüber denjenigen Erscheinungen am Jusi verteidigt werden, welche gegen eine solche Auslegung zu sprechen scheinen. Dieselben beziehen sich auf das Vorkommen wirklicher oder vermeintlicher Schichtung,

welche sich hier und da in der ungeheuren Tuffmasse bemerkbar macht.

Hier sind vor allem zu erwähnen die geschichteten Bänke harten Tuffes, welche auf der auf S. 291 eingefügten Umriss-Skizze des Jusi (Fig. 29) mit a bezeichnet sind. Die diesem Tuffe eingebackenen Kalkstücke sind nur klein gegenüber den grossen, welche unten im ungeschichteten Tuffe liegen.

Diese Bänke ziehen sich am Nordostrande des Raupenthales dahin, allerdings hier nur mangelhaft aufgeschlossen. Sie treten dann besonders deutlich hart am Nordrande des Jusi, da wo sein NW.-Arm entspringt, in Gestalt von Klippen auf. Sie erscheinen ferner auch weiter nach O. am schwer zugänglichen nördlichen Steilabfalle des Berges. Das Fallen dieser Schichten ist durch Pfeile angedeutet, soweit das eben genauer bestimmbar ist. Man sieht,



Jusi v. N. aus.
Fig. 30.

dass dieselben von allen Seiten ungefähr in den Berg hineinfallen; der Fallwinkel beträgt bis zu 17°, ist aber auch geringer.

Vergegenwärtigt man sich die Verhältnisse im Randecker Maar (S. 233 No. 39), so ergiebt sich eine schlagende Analogie. Dort fallen die Süsswasserschichten von allen Seiten in das Innere des Maarkessels hinein. Jedenfalls wird das auch bei den unter denselben liegenden Tuffschichten der Fall sein; diese sind dort nur weniger häufig aufgeschlossen. Hier, beim Jusi, fehlen die versteinerungsführenden Süsswasserschichten über dem geschichteten Tuffe. Vielleicht sind sie überhaupt nie abgelagert worden. Vielleicht auch sind sie bereits von diesen, jetzt am Rande des Berges freigelegten Tuffschichten wieder abgewaschen und nur noch weiter bergeinwärts unter der den Berg bedeckenden Schuttkappe verborgen. Sie sind also, vorsichtig gesprochen, nicht zu sehen. Aber die Tuffschichten verhalten sich hier ganz so wie dort die Süsswasserschichten: Sie liegen am obersten Ende der sonst massigen Tuff-

säule und fallen in den Berg hinein. Diese Analogie beweist wohl schlagend, dass es sich beim Jusi ebenfalls um ein einstiges Maar handelt; nur dass hier der Maarkessel bereits zerstört ist.

Die Mächtigkeit dieser harten Tuffschichten ist eine bedeutende. An der Hauptstelle, da wo der NW.-Arm des Jusi dem Berge entspringt, hat die dort anstehende Klippe etwa 2 m Mächtigkeit. Aber Spuren von zu Tage ausstreichenden Schichtenköpfen lassen sich von dort aus noch weiter aufwärts zum Gipfel hin verfolgen. Ich schätze daher die Gesamtmächtigkeit dieser harten Tuffschichten auf etwa 10 m.

Was dann über den obersten derselben liegt, entzieht sich leider der Beobachtung. Man mag bis zur höchsten Stelle des Berges etwa noch 8 m steigen. Aus dem berasten Boden schauen nur Kalkblöcke heraus. Vielleicht besitzt die Kalkschuttdecke hier diese Mächtigkeit, vielleicht auch folgen noch andere Schichten bevor diese beginnt. Wie dem auch sei: Das Auftreten dieser hoch oben am Berge gelegenen Schichten wird uns keinerlei Schwierigkeiten bereiten, da es analog demjenigen des Randecker Maares ist.

Anders verhält es sich mit anderen, in tieferer Lage am Berge auftretenden Tuffschichten. Dieselben zeigen sich mitten an dem steilen, gegen SW. fallenden Gehänge desselben Raupenthales, an dessen oberer Kante wir zuerst jene harten Tuffschichten trafen. Zur besseren Orientierung muss ich hier das Folgende vorausschicken:

Wenn man, auf der Chaussee von Metzingen nach Kohlberg wandernd, die Spitze des NW.-Armes des Jusi erreicht hat, so steht man vor der Mündung des Raupenthales. An dem nach SW. fallenden Gehänge desselben liegen hintereinander vier grosse Entblössungen; Stellen, an welchen der Rasen entfernt und das Gestein blossgelegt ist! S. 291 Fig. 29 No. 1, 2, 3, 4. Die vorderste und grösste derselben zeigt massigen Tuff, besonders aber die mächtige Weiss-Juraschutthülle des Berges. Wandern wir im Raupenthale aufwärts, so folgt bald eine zweite kleinere Stelle, an welcher der Berg wund ist. Hier ist wesentlich nur Tuff entblösst. Dieser ist ebenfalls nur ungeschichtet. Zwar zeigt er ganz steil im Sinne des Bergabhanges einfallende Absonderungen, welche leise einer Schichtung ähnlich sind, aber das ist zweifelsohne nur Absonderungserscheinung.

Noch weiter thalaufwärts findet sich eine dritte Entblössung des Tuffes. Klimmen wir an dieser in die Höhe, so macht das Gestein durchaus einen massigen Eindruck. Indessen erscheint dann

in einer gewissen Höhe eine dünne Bank hellen Tuffes, welche anscheinend ein wenig nach N., also in den Berg hineinfällt. Darüber folgt dann wieder Tuff, welcher ganz massig erscheint, bis in grösserer Höhe abermals offenbare Schichtung auftritt. Man sieht hier mit scharf abgeschnittener Grenze übereinanderliegend oben ein Gestein, welches wesentlich aus eckigen kleinen Stücken von Kalkschutt besteht. Darunter ein anderes, aus feinerem Kalkschutt und aus Tuff gebildet. Das Fallen ist mit nur wenigen Graden nach S. gerichtet, immer aber noch etwas stärker als bei der zuerst erwähnten, tiefer gelegenen hellen Bank. Vielleicht geht es auch nach SW. oder nach SO., das ist nicht zu entscheiden.

Hinter dieser grossen Blösse des Berges folgt nun an derselben Wand des Raupenthales noch weiter thalaufwärts eine vierte. Auch hier zeigen sich, ziemlich hoch oben, ganz leise feine Schichten, welche aber sehr viel stärker nach S. fallen.

Fragen wir uns nun, welche Deutung wir dieser, an den beiden letzteren Wundstellen des Berges auftretenden Erscheinung geben müssen, so ist das wohl mit ziemlicher Sicherheit zu entscheiden. Meiner Ansicht nach liegt hier keine im Wasserbecken des früheren Maarsees gebildete Schichtung vor, wie das bei den oben auf dem Berge anstehenden harten Schichten der Fall ist. Ich halte dieselbe vielmehr für eine subaërische, gebildet durch das Niederfallen des Tuffes aus der Luft. Dem Tuffgange des Jusi liegt ein Ausbruchskanal zu Grunde, welcher fast einen Kilometer Durchmesser besitzt, wenn wir von der Spitze eines Armes bis zur Mitte der gegenüberliegenden Seite messen. In einem Schlote von solch riesiger Weite müssen natürlich ganz dieselben Erscheinungen auftreten können wie bei einem über der Erdoberfläche sich aufschüttenden Vulkankegel. Es muss beim Niederfallen der emporgeschleuderten Massen aus der Luft zu einer unregelmässigen Schichtung kommen können, welche bald ganz fehlt, bald auftritt; welche bald dahin, bald dorthin und bald mit schwächerem, bald mit stärkerem Winkel fällt. In einem Kanale von fast 1 km Durchmesser ist durchaus Platz dafür, dass sich in ihm an gewissen Stellen die emporgeschleuderten Massen ganz ungestört absetzen, während an einer anderen Stelle aus dem offenbleibenden Auswurfskanale immer neue Massen emporgeschleudert werden. In einem so weiten Kanale kann sich auf dem Grunde desselben die Tuffmasse fast in derselben Art und Weise und in derselben Gestalt aufbauen, wie das der Aschenkegel eines Vulkans bei offener Erdoberfläche thut. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich

in den offenbar völlig analogen Tuffgängen von Mittel-Schottland, wie später in dem vergleichenden Abschnitte dargelegt werden wird.

Zweifellose Schichtung findet sich dann weiter noch in einem kleinen Bruche östlich von Kappishäusern, am Fusse des Jusiberges. Auf obiger Fig. 29 ist derselbe bezeichnet mit „Bruch, Schichtung zeigend". Die Schichten fallen hier mit etwa 55—60° nach O. oder NO. jedenfalls in den Berg hinein, denn der Bruch liegt an der SW.-Flanke des Berges. Auch das ist sicherlich keine durch Wasser hervorgebrachte Erscheinung, sondern eine Schichtung, wie sie entstehen kann dadurch, dass lose Massen nach und nach ausgeworfen werden und niederfallen. Also eine subaërische Schichtung wie in den obigen Fällen.

Man bedenke nur, dass in diesem ganzen vulkanischen Gebiete, ja in ganz Schwaben, die Juraschichten nahezu wagerecht liegen. Nirgends sind sie steil aufgerichtet. Wären nun die im Tuffe des Jusi auftretenden Schichten im Wasser abgesetzt, so würde das ursprünglich in wagerechter Lage geschehen sein müssen. Welche Kraft aber sollte gerade diese Tuffschichten später in eine, zudem innerhalb desselben Schichtenkomplexes, hier mehr, dort weniger geneigte Stellung gebracht haben, während sie die dicht daneben liegenden Juraschichten unverändert liess?

Die gebirgsbildende Kraft kann das nicht gewesen sein; sie würde nicht dicht beieinander Liegendes so ungleich behandelt haben. Höchstens könnte die Schwerkraft als Ursache gedacht werden, indem nämlich ein sich Setzen der in dem weiten Kanale des Jusi lose aufgeschütteten Massen erfolgte. Dabei mussten natürlich auch etwaige im Wasser abgelagerte Schichten bald mehr, bald weniger, bald nach dahin, bald nach dorthin geneigt werden. Vielleicht kann man bei den hoch oben auf dem Berge liegenden, wohl sicher im Wasser abgesetzten Schichten das in den Berg hinein erfolgende Fallen auf solche Weise erklären. Vielleicht aber ist es nur, wie beim Randecker Maar wohl der Fall, durch das von der Kesselwand nach dem Kesselinnern zu erfolgende Abrutschen der Tuffmassen entstanden; welches letztere hervorgerufen wurde durch die infolge fortschreitender Erosion immer zunehmende Vertiefung des Kesselinnern [1].

---

[1] Beim Randecker Maar entwässert ein Bach, welcher die Wandung durchsägt hat, das Innere des Kessels, verhindert so die Ansammlung von Schutt und fegte wohl auch von dem bereits in tertiärer Zeit Angesammelten hinaus, auf solche Weise den Kessel vertiefend.

Wenn nun auch die Neigung der hier in Rede stehenden, fraglichen Schichten kein unüberwindliches Hindernis gegen die Annahme einer Ablagerung aus Wasser bilden kann, so ist doch das vereinzelte Auftreten der Schichten inmitten einer anscheinend massigen Ablagerung ein Beweis gegen die Richtigkeit solcher Annahme. Erfolgte wirklich eine Ablagerung aus Wasser, so musste sich Schicht über Schicht legen, also überall, nicht aber nur hier und da Schichtung eintreten. Darum eben halte ich die oben auf dem Berge auftretenden harten Tuffschichten für im Wasser des Maarsees abgesetzt, weil dort Schicht auf Schicht folgt; die auf halber Höhe und unten liegenden aber nicht.

Ich komme nun zu einem letzten Punkte, an welchem die Schichtung Schwierigkeiten bereiten könnte. Östlich von Vorderweiler-Kappishäusern liegt die, auf S. 291 in Fig. 29 als „Steinbruch“ bezeichnete Örtlichkeit. Man hat dort Weiss-Jurakalke gebrochen, welche die Hülle der Tuffmasse bilden. Aus genanntem Bruche berichtet 1872 Deffner über Schichtung und eine Lage erbsengrosser Bachgerölle.

Dieser kleine Bruch ist flach, also wenig ausgebeutet, daher jetzt wenig oder gar nicht verändert seit der Zeit, in welcher ihn Deffner besuchte. Das Profil, welches die Hinterwand jetzt darbietet, muss so ziemlich auch das damalige sein. Es ist von oben bis unten das folgende:

Oben: Weiss-Jurablöcke und Schutt.

Mitte: Feinkörniger Tuff mit kleinen, halberbsengrossen Weiss-Jurasteinchen.

Unten: Grobkörnigerer Tuff mit vielen grösseren Weiss-Jurabrocken.

Die beiden Grenzen zwischen diesen drei Lagen sind nicht eben, sondern — selbst auf dem kleinen Raume dieses kleinen Steinbruches — wellig und zwar sehr stark ineinandergreifend mit Aus- und Einbuchtungen. Zweifellos ist diese Aufeinanderfolge also nur das Ergebnis des Herniederfallens aus der Luft, nicht aber des Absatzes aus Wasser, sonst fänden sich ebene Schichtflächen.

Es könnte sich daher höchstens um die Frage handeln, ob die in der Mitte liegende feinkörnige Tufflage etwa im Wasser geschichtet sei. Ich kann jedoch keine Schichten in demselben erkennen. Die kleinen erbsengrossen Weiss-Jurastückchen, welche sie enthält, kann ich auch nicht für Bachgerölle halten. Sie sind durch das Auf- und Abgeschleudertwerden beim Ausbruche etwas gerundet.

Damit will ich aber durchaus nicht ein Urteil gegen das von Deffner Gesehene fällen, sondern im Gegenteil aus dem Gegensatze unserer beiderseitigen Beobachtungen das Folgende schliessen: Wenn Deffner vor etwa 20 Jahren in diesem Steinbruche Schichtung und Bachgerölle sehen konnte, und wenn dann heute, wo der kleine Bruch noch fast ganz unverändert daliegt, im höchsten Falle nur ein wenig in den Berg hinein vertieft ist — wenn also heute davon nicht das Geringste mehr sichtbar ist, so ist es zweifellos, dass das, was Deffner sah, nur eine ganz lokale Erscheinung gewesen sein kann. Wäre der Tuff des Jusi oder selbst nur dieser eine Teil seiner Masse im Wasser abgelagert worden, so müssten Schichtung und Gerölle auch heute noch ebenso wie vor 20 Jahren hier zu sehen sein. Das letztere ist nicht der Fall, folglich auch nicht das erstere. Es kann sich mithin hier höchstens um die Wirkung eines kleinen, einmal ganz vorübergehend thätig gewesenen Wässerchens handeln, welches an einer ganz kleinen Stelle von vielleicht einigen Quadratfuss oder Meter Ausdehnung etwas Schichtung erzeugt und einige Gerölle abgelagert hat. Wann und wie das geschah, darüber hätte nur Deffner eine Erklärung versucht haben können, welcher die Sachen vor Augen hatte. Von irgend einem jetzigen Beobachter, welcher nichts daran mehr sehen kann, wird man keine Aufklärung fordern dürfen. Wie sich nun aber diese Sache auch verhalten möge, jedenfalls wird eine Erscheinung von, gegenüber der riesigen Masse des Jusi so winziger räumlicher Ausdehnung unmöglich die Anschauungen umwerfen können, welche wir auf das Verhalten der ganzen übrigen, millionenfach grösseren Masse des Berges gegründet haben.

Dieser selbe Bruch zeigt noch eine weitere Erscheinung, welche ich erwähnen will, da sie irrtümlicherweise auf die Einwirkung eines Gletschers zurückgeführt werden könnte. Unter anderem finden sich dort im Tuffe auch Stücke von gelbem Bohnerzthon. Einige dieser Fetzen nun zeigen stark glänzende, zum Teil mit Riefen versehene Schliffflächen. Es wäre ganz verfehlt, wollte man aus diesen letzteren folgern, dass man sich einer Grundmoräne gegenüber befände. In solchem Falle wäre zu erwarten, dass auch die zahllosen härteren Gesteinsstücke, namentlich von Jurakalk, derartig glatt geschliffen wären. Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr handelt es sich hier um Rutschflächen, hervorgebracht durch Bewegung und gegenseitige Reibung einzelner Gesteinsstücke und Thonfetzen aneinander, wie solche bei dem allmählichen Sichsetzen derartiger Breccien-

anhäufungen leicht entstehen können. Wie leicht gerade Thone eine solche Glättung annehmen können, wird recht schlagend durch die ihrer Entstehung nach so viel umstrittenen Argille scagliose Ober-Italiens bewiesen. Dieselben bestehen aus zahllosen kleinen Linsen von Thon, deren jede, offenbar durch Reibung an den anderen, wie Andreae[1] hervorhebt, eine glänzende Oberfläche erlangt hat. Auch die Bearbeitung z. B. eines Stückes unserer Ornatenthone mit Fingernagel oder Messer ergiebt sofort glatte Flächen.

Der Tuff des Jusiberges stellt, ganz wie dies die Regel in unserem Gebiete, eine Breccie dar. Zahllose eckige Trümmer aller durchbrochenen Gesteine liegen im Tuffe eingebettet. Allen voran an Zahl wohl diejenigen des Weissen Jura, von Stücken geringster bis zu bedeutender Grösse. Doch ist hierbei stets zu bedenken, dass alles Weiss-Juragestein infolge seiner helleren Farbe sich mehr dem Auge aufdrängt als die dunkleren Gesteine des Braun-Jura und Lias; zudem sind die vielfach thonigen Schichten dieser beiden letzteren Stufen wohl oft in kleinste Stückchen zerschmettert und daher nicht bemerkbar. Ferner finden sich Stücke von bunten Mergeln, die wohl sicher dem Keuper angehören. Seltener sind Reste von Buntsandstein und solche thonige, rote, die man dem Rotliegenden zuschreiben möchte, ferner Gneiss und Granit. Ich führe diese Beschaffenheit und Zusammensetzung des Tuffes beim Jusi ganz besonders an, um zu zeigen, dass er sich völlig ebenso verhält wie der Tuff, welchen wir in zweifellos gangförmiger Lagerung in unserem Gebiete finden.

Von Wichtigkeit sind die Basaltgänge, welche im Tuffe des Jusiberges aufsetzen. Sie sind einer der Beweise dafür, dass diese Tuffmasse hier an Ort und Stelle durch einen Ausbruch entstanden sein muss, dass sie unmöglich durch Wasser oder Eis oder durch die Luft von einer anderen Ausbruchsstelle her zu dieser hin verfrachtet worden sein kann.

Aus der nach S. gerichteten Flanke des Ostarmes tritt der erste dieser Gänge zu Tage. Die betreffende Stelle ist schwer zu finden, wenn man von der Höhe des Jusi aus dieselbe sucht. Man muss dann durch den dichten niedrigen Wald, welcher den Ostarm bedeckt, sich hindurchwinden, hat keine Übersicht, wo man sich befindet und muss zudem das sehr steile, durch Tuff gebildete Gehänge hinabsteigen. Es ist daher besser, den Fuss des Jusiberges

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1893. Bd. II. S. 168.

zu umschreiten, also in den im Niveau des Oberen Braun-Jura liegenden Feldern zu gehen. Sobald man dann das steil aufragende Ende des Ostarmes umgangen hat, findet man bald an der oberen Grenze der Felder, da wo der Wald nun einsetzt, den Basalt an einer Stelle, an welcher ein Obst- und ein Hopfengarten zusammenstossen. Freilich liegen dort nur Basaltstücke umher; es ist jedoch zweifellos, dass diese lediglich die obersten Teile eines hier im Tuffe aufsetzenden Ganges sind.

Dahingegen befinden sich auf dem Westabhange mehrere Basaltgänge, welche in ihrer ganzen Höhe aufgeschlossen, aber so tief wie möglich bereits abgebaut sind, so dass auch hier wieder, wie beim Bölle bei Owen, tiefe klaffende Spalten, welche den Bergabhang durchfurchen, von senkrechten Wänden schwarzen Tuffes begleitet werden. Der am meisten nach Süden gelegene dieser Gänge verläuft oben quer über den Südarm des Jusi von OSO. nach WNW., so dass er gewissermassen diesen Arm vom Berge abschneidet. Weiter nördlich und noch höher hinauf ist ein zweiter, fast S.—N. streichender Gang ebenfalls abgebaut, ebenso ein dritter, welcher fast W.—O., also nahezu rechtwinkelig zu jenem streichend, in dieser selben Gegend am Bergabhange hinabläuft.

Übrigens ist das Streichen gar nicht genau anzugeben, da dasselbe auf einige Erstreckung hin bereits wechselt. Es ist das nichts Auffallendes, denn wir befinden uns hier im Ausgehenden der Gänge, in ihren äussersten Endigungen und Ausläufern, welche gerade dorthin sich ergossen, wo die beliebig in dem losen Tuffe aufreissenden Spalten ihnen das Empordringen ermöglichten. Die Mächtigkeit der Gänge schwankt; sie steigt bis zu etwa 6 m. In den oberen Teilen zerfällt der Basalt in unregelmässige kleine Stücke; in grösserer Teufe ist er querüber in Säulen zerklüftet. Basalt wie Tuff zeigen in den Klüften oft eine weisse zeolithige Masse.

Im Kontakt mit dem Basalt ist häufig der Tuff hier wie an anderen Orten hart gebrannt. Er hat auch z. T. hellere Farbe erhalten und weisse Kalkstücke in ihm sind gerötet worden. Endlich ist er am Salband hier und da plattig abgesondert, so dass die Platten senkrecht stehen, d. h. parallel dem saigeren Basaltgange. Indessen sind diese Änderungen nicht überall gleichbleibender Art, sie können auch fehlen. Das ist ebenfalls leicht erklärlich, da die Basaltgänge in ihren obersten Ausläufern immer dünner werden, weniger Masse besitzen, also weniger Wärme bringen. So ist z. B. der Tuff in einem fast die Gipfelhöhe des Berges erreichenden Bruche

im Kontakt mit dem hier schmalen Basaltgange gerade umgekehrt weich und mulmig geworden, was freilich sehr möglicherweise erst später sich herausgebildet hat. Dadurch hat dort das Wasser eine kleine Rinne zwischen Basalt und Tuff bilden können.

In diesem selben Bruche liegen ganz oben, etwas in den Tuff eingesenkt, riesige Fetzen von Weiss-Jura δ und ε, wogegen an dem nahebei befindlichen Weiss-Jura-Sporn, welcher den Jusi mit der Alb verbindet, nur β noch ansteht. Man sieht hier sehr deutlich, dass diese, höheren Juraschichten angehörigen Fetzen und Blöcke als eine den ganzen Berg bedeckende Kappe oben auf dem Tuffe liegen. Diese Kappe aber ist entschieden nur der letzte Erosionsrest der zur Zeit des Ausbruches hier oben angestandenen δ- und ε-Schichten, welche sich wegen ihrer Härte bis jetzt erhielten. Keineswegs hingegen sind das durch den Ausbruch hoch in die Luft geworfene und dann niedergestürzte Massen.

Das bereits mehrfach erwähnte Raupenthal ist fast auf seinem ganzen Verlaufe in die Tuffmasse des Jusi eingegraben. Ein glücklicher Zufall hat es aber gefügt, dass der unterste Teil des Thales kurz vor seiner Mündung in die Metzingen - Kohlberger Chaussee aus dem reinen Tuffgebiete heraustritt und auf der Grenze zwischen diesem und dem Oberen Braun-Jura dahinläuft.

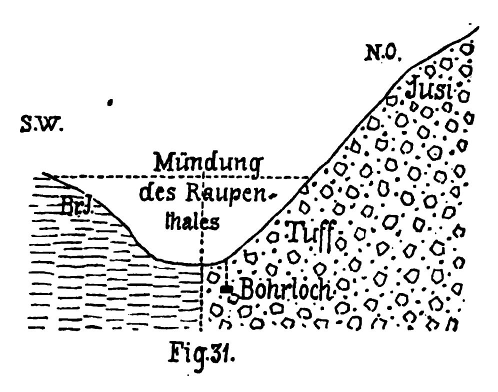


Fig. 31.

Diese Lagerungsverhältnisse am unteren Ende des Raupenthales sind von grösstem Werte für die Entscheidung der Frage, ob die Tuffmasse des Jusiberges der Kopf eines in die Tiefe hinabsetzenden senkrechten Ganges oder ob sie durch einen subaërischen Ausbruch auf dem Oberen Braun-Jura aufgeschüttet sei. Wenn wir uns an dieser Stelle auf der von Metzingen nach Kohlberg führenden Chaussee aufstellen, das Gesicht in die Mündung des Raupenthales hineingerichtet, so bietet sich uns das folgende Bild:

Zur Rechten, d. h. gegen SO., Oberer Braun-Jura, welcher etwa 5 m hoch über der Thalsohle ansteigt, zur Linken, gegen NO., die Tuffmasse des NW.-Armes des Jusi, bis in die Thalsohle hinabsteigend. Diese letztere hat nur geringe Breite. Wo in ihr die

Grenze ist, in welcher Tuff und Braun-Jura zusammenstossen, lässt sich nicht scharf erkennen; denn von dem Jusi her wird bei Regengüssen stets Tuffschutt über diese untere Thalsohle herabgeschwemmt.

Wo die Grenze ganz genau liegen mag, ob auf der südlichen oder nördlichen Seite oder in der Mitte des Thales, das ist bei der geringen Breite desselben völlig bedeutungslos. Thatsache ist, dass dieses Thal erst später ausgefurcht wurde; dass also vor der Ausgrabung desselben hier der Obere Braun-Jura bis an den Tuff herantrat. Die punktierten Linien auf obiger Zeichnung sollen diesen früheren Zustand andeuten. Da nun der Jura sich jetzt 5 m hoch über die Thalsohle erhebt, so folgt, dass der Tuff mindestens 5 m tief unter das Niveau des Jura hinab in die Tiefe setzt.

Schon dadurch ist bewiesen, dass der Tuff des Jusi dem Braun-Jura nicht aufgelagert sein kann; denn sonst müsste natürlich zur Linken, an der Nordseite der Thalmündung, der Braun-Jura unter dem Tuffe 5 m mächtig anstehen, der Tuff dürfte hier nicht mehr bis in die Thalsohle hinabsetzen.

Um nun aber jeden Zweifel abzuschneiden, liess ich auch noch in der Thalsohle bohren. Die Stelle befindet sich in dem den Acker der Thalsohle im Norden begrenzenden Graben, ganz nahe der Chaussee. Das erste Bohrloch ergab 2 m Tuff, dann kam ein offenbar grosser Kalkblock, so dass wir das Bohrloch aufgaben, nachdem ein weiterer Meter Kalk gefördert war. Ein zweites Bohrloch, etwas weiter abwärts, ergab ebenfalls 2 m Tuff und danach 6 m Weiss-Jura-Schutt. Es handelte sich auch hier also um eine grosse von dem Tuffe eingeschlossene Kalkmasse. Vielleicht waren wir hart am Salbande des Tuffganges, welches ja bisweilen durch grössere in den Kanal hinabgestürzte Kalkmassen ausgezeichnet ist. Dieselben mischen sich dann später, nach Herauswitterung des Tuffganges, dem diesen letzteren auf allen Seiten einhüllenden Schuttmantel bei, welcher wesentlich ein Erosionsrest des Nebengesteins ist.

Wie dem auch sei, der Weiss-Jura-Schutt gehört zum Tuffgange und nicht zum Braun-Jura. Wir hatten mithin 8 m tief im Tuffgange gebohrt. Dazu kommen die 5 m, um welche sich der Obere Braun-Jura über die Thalsohle erhebt. Das ergiebt zusammen 13 m. Um diesen Betrag ist das Hinabsetzen des Tuffes in die Tiefe hart neben dem Oberen Braun-Jura festgestellt. Von Auflagerung des ersteren auf letzterem kann mithin keine Rede sein.

So ergiebt sich denn aus all unseren Darlegungen das Folgende:

Der Tuff des Jusiberges kann weder durch Wasser

noch durch Eis an seine jetzige Stelle verfrachtet, er muss vielmehr direkt an dieser durch einen Ausbruch entstanden sein. Das wird bewiesen durch die in ihm auftretenden Basaltgänge. Die Schichtung, welche sich an den tieferen Stellen zeigt, ist durch Niederfallen der Massen aus der Luft entstanden. Die oben auf dem Gipfel befindlichen harten Tuffschichten dagegen haben sich in dem einstigen Maarsee abgesetzt.

Der Tuff des Jusiberges kann ferner nicht durch einen subaërischen Ausbruch auf der heutigen Oberfläche des Oberen Braun-Jura aufgeschüttet sein. Das wird bewiesen durch die Lagerungsverhältnisse und die Ergebnisse des Bohrens in der Mündung des Raupenthales. Der Tuff ist bis auf 13 m unter das Niveau des nahebei anstehenden Oberen Braun-Jura hinab verfolgt. Er ist also dem letzteren nicht aufgelagert, der Jusi ist nicht der Aschenkegel eines Vulkans. Er ist vielmehr dem Jura eingelagert, bildet also einen in die Tiefe senkrecht hinabsetzenden Tuffgang, und zwar den mächtigsten Tuffgang unseres Gebietes, welchem nur noch derjenige des Randecker Maares nahekommt. Dieser Tuffgang, von fast 1 km grösstem Durchmesser, mündete einst oben auf der Hochfläche der Alb auf dem Boden eines Maarkessels. So ist der Jusiberg das Zukunftsbild des Randecker Maares und letzteres das Vergangenheitsbild des ersteren.

Stelzner[1] berichtet, dass der Basalt des Jusi einen homogenen Vulkan bilde. Das ist nicht der Fall; derselbe tritt, wie wir sahen, nur in Gangform im Tuffe auf. Stelzner hat offenbar die Begleitworte Deffner's zu Blatt Kirchheim falsch verstanden.

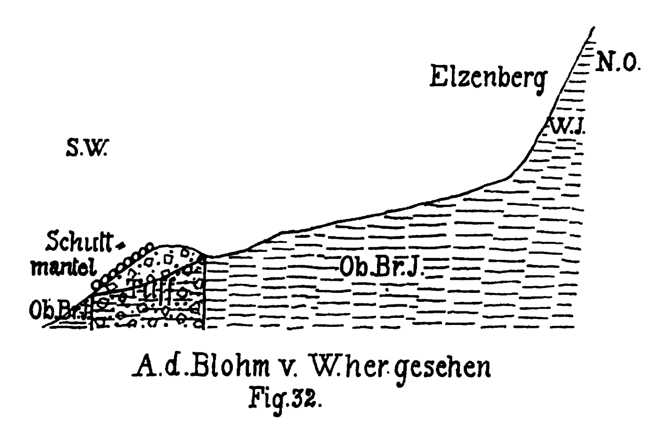
56. Der Maar-Tuffgang auf dem Blohm.

Südöstlich von Dettingen im Ermsthale mündet das von O. nach W. verlaufende Wachterthal in ersteres ein. Der Rand der Hülbener Hochfläche, welcher Elzenberg genannt wird, begleitet dasselbe im S. Der nordwestlichsten Spitze dieses Elzenberges ist am Fusse, im Niveau des Oberen Braun-Jura, ein Hügel vorgelagert. Von dem Gehänge der Alb ist er nur durch einen sanften Einschnitt getrennt, erhebt sich hier also nur ganz wenig. Nach den anderen

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. II. 1883. S. 402.

Seiten aber fällt er stärker ab, so dass er von NW. aus betrachtet einen Hügel bildet. Derselbe führt den Namen „Auf dem Blohm".

Die geologische Karte von Württemberg giebt hier nur eine basalttuffähnliche Bildung an; ich habe aber Tuff eingezeichnet, wie denn auch QUENSTEDT schon in den Begleitworten desselben Erwähnung thut. Oben, nahe dem Gipfel, steht das vulkanische Gestein bereits unter der Krume an und wird an mehreren Stellen durch die Hacke und den Pflug zu Tage gefördert. Dasselbe ist am N.-Abhange der Fall. An den übrigen Stellen aber findet man nur lockeren, dunklen, mit Weiss-Jurastücken gemengten Ackerboden, welcher nichts von Tuff erkennen lässt, vermutlich weil er dem Weiss-Juraschuttmantel des Tuffes entstammt.



A.d.Blohm v. W.her gesehen
Fig. 32.

Dass nämlich diese Weiss-Jurastücke dem zerfallenen Tuffe, oder wahrscheinlicher den Resten seines einstigen dickeren Schuttmantels angehören, nicht aber in neuerer Zeit von oben abgestürzt sind, geht unwiderleglich aus folgendem hervor: Oberhalb des Tuffhügels bildet Oberer Braun-Jura noch auf weite Erstreckung hin das Gehänge am Fusse des Steilabfalles[1]. Wäre nun das Weiss-Juragestein, welches auf dem Tuffe liegt, neuerdings erst vom Steilabfall abgestürzt, so müsste diese grosse Braun-Jurafläche oberhalb des Tuffhügels noch viel mehr dadurch bedeckt worden sein, als der Tuffhügel selbst. Es fehlt ihr aber an dieser Stelle eine solche Schuttdecke gänzlich. Also ist jener Kalk auf dem Blohmhügel Eigentum des Tuffes, d. h. er verrät, dass, soweit er sich ausdehnt,

---

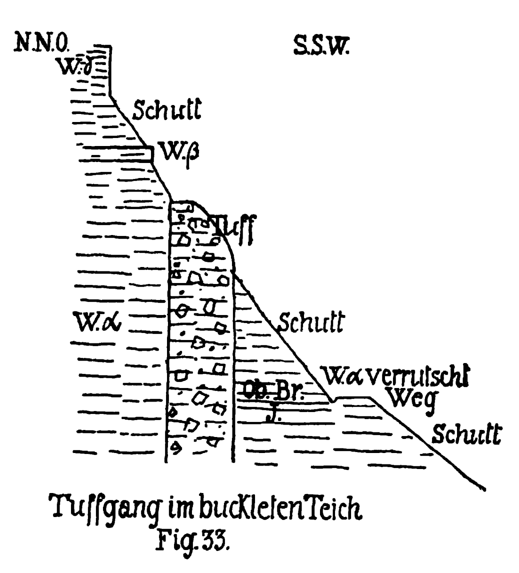
[1] Die geologische Karte von Württemberg giebt hier fälschlich schon Weiss-Jura an.

in der Tiefe Tuff anstehen muss. An der NO.-Seite des Hügels liegt eine verwachsene Grube, in welcher früher wohl Kalksteine gebrochen sein mögen.

Ich halte die Gangnatur dieses Tuffvorkommens nach Analogie mit anderen für zweifellos, wenn auch Basalt oder Aufschlüsse fehlen, welche das direkt beweisen.

57. Der Maar-Tuffgang im buckleten Teiche.

Von Urach nach Dettingen führt ausser der im Thale laufenden Fahrstrasse auch auf dem rechten Ufer der Erms ein oben am Waldrande dahinziehender Weg. Dieser führt in der „im buckleten Teiche" genannten Gegend an zwei vulkanischen Punkten vorbei: Dem später beschriebenen Basalte No. 127 und dem hier zu besprechen den Tuffe. Doch liegt letzterer nicht, wie ersterer, hart an diesem Wege, sondern bergaufwärts im Walde, so dass man ihn vom Wege aus nicht sehen kann. Die Stelle lässt sich in folgender Weise finden: Stellt man sich an dem Basaltsteinbruche No. 127 auf und geht etwa 800 Schritt auf jenem Wege südwärts, nach Urach zu, so zieht sich hier zur Linken eine Thalkerbe an dem Gehänge hinab. In diese biegt man ein und steigt am linken Gehänge bergauf. Nahe der Kante, welche die nach S. gerichtete Fläche dieser Thalkerbe mit der nach SW. fallenden Fläche des Ermsthalgehänges bildet, zeigt sich, aber noch auf ersterer Fläche, Basalttuff. Über demselben steht Weiss-Jura β an; unter ihm, an der Strasse, scheint α anzustehen. Das ist jedoch wohl nur abgerutschte Masse; in Wirklichkeit dürfte noch Oberer Braun-Jura hier sein Lager haben. Bei der Mächtigkeit von α wird man daher annehmen dürfen, dass der Tuffgang noch in dieser Schicht, nicht im β, austritt. Das folgende von Herrn Dr. Pompeckj aufgenommene Profil giebt ein Bild dieser Verhältnisse.



Tuffgang im buckleten Teich
Fig. 33.

Die Länge des Tuffvorkommens beträgt etwa 20 Schritt; das ist also parallel mit dem Abhange geschritten. Die Breite dagegen lässt sich nicht feststellen, da es so sehr steil bergauf geht. Leider erschwert der dichte Wald den Überblick. Es lässt sich jedoch feststellen, dass dieser Tuff unter ganz denselben Verhältnissen auftritt wie der Conradsfelsen. Nur mit dem Unterschiede, dass letzterer als hochaufragende Nadel aus dem Steilabfalle emporwächst, während dieser Gang im Buckleten nur einen Wulst von geringfügiger Erhebung bildet. Er liegt also mit dem steilen Gehänge fast in einer Ebene, wird daher von der Oberfläche ebenso steil durchschnitten wie die Juraschichten am Gehänge. Das ist bemerkenswert. Während zahlreiche unserer Tuffmassen so widerstandsfähig sind, dass sie selbst aus harten Weiss-Juraschichten als Erhöhung emporragen, wie das vor allem vom Conradsfelsen gilt, vermag die hier in Rede stehende Tuffmasse sich nicht einmal dem weichen Weiss-Jura α gegenüber zur Geltung zu bringen, obgleich sie selbst ganz felsighart ist! Bei anderen unserer Vorkommen gar wird der Tuff noch schneller erodiert als das Sedimentgestein und erscheint dann rinnenförmig vertieft. Man findet kein rechtes Gesetz in so wechselndem, unregelmässigem Verhalten.

Die Beobachtung ist, wie gesagt, erschwert, da das Gehänge so sehr steil und dicht bewaldet ist. Doch sieht man überall den felsigen Tuff anstehen, so dass seine Gangnatur keinem Zweifel unterworfen sein kann. An Anlagerung hier oben an dem steilen Gehänge ist nicht zu denken. Wenn man den hochaufragenden Conradsfels glatt am steilen Gehänge abrasieren könnte, würde man das Bild dieses Ganges erhalten.

2. Die am Steilabfalle der Erkenbrechtsweiler Halbinsel östlich und südlich von Urach liegenden Punkte.

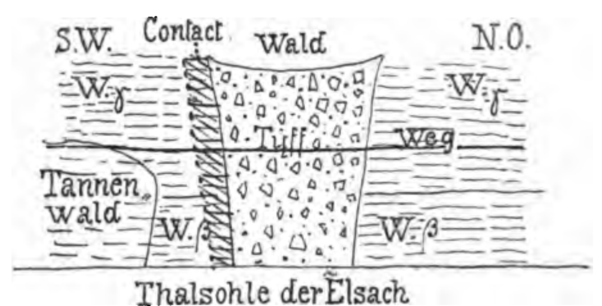
Unter den neun hier zu besprechenden Maaren und Tuffgängen sind zwei bisher noch nicht bekannt gewesen. Wir verdanken ihre Entdeckung dem unermüdlichen Eifer des Herrn Lehrer Zwiesele, früher in Urach, jetzt in Reutlingen. Es sind das die Gänge No. 58 im Elsachthale und No. 59 im Mohrenteiche. Beide sind daher in die geologische Karte von Württemberg noch nicht eingezeichnet.

58. Der Maar-Tuffgang im Elsachthale bei Urach.

Von Urach aus führt in NO.-Richtung die im Thale der Elsach entlang laufende Strasse nach Grabenstetten. Parallel mit dieser

Strasse zieht sich am rechten, nördlichen Thalgehänge, welches unten aus Weiss-Jura β, oben aus γ besteht, in mässiger Höhe desselben ein Fussweg dahin. Derselbe durchschneidet die am Gehänge sich hinaufziehenden Felder, hält sich also noch unterhalb des grossen Waldes, welcher den oberen Teil des Gehänges überall deckt. Dieser Weg durchquert den in Rede stehenden neuen Tuffgang.

Wenn man, von Urach kommend und von der Hauptstrasse nach Grabenstetten links abzweigend, diesen Weg betritt, so findet sich der Aufschluss kurz bevor der Weg nach links in das Ententhal umbiegt, welches, von N. herabziehend, in das Elsachthal mündet. Genau da, wo das unterhalb des Weges liegende kleine Tannenwäldchen aufhört.



Gang am Elsach-Thale bei Urach v. vorn gesehen
Fig. 34.

Verfolgt man dieses sehr deutlich aufgeschlossene Vorkommen von jenem Wege aus nach aufwärts, so lässt es sich im Acker bis an die untere Grenze des grossen Waldes erkennen. Folgt man ihm nach abwärts, so ist es hier allerdings mit Luzerne bestanden, so dass von dem Boden fast nichts zu erkennen ist. Allein die Oberflächengestaltung sowie die Kontaktwirkung des Ganges verraten auch hier mit zweifelloser Sicherheit das Dasein des Tuffes bis in die Sohle des Elsachthales hinab.

Einmal nämlich bildet hier der sich am Gehänge hinabziehende Tuffgang eine seichte, rinnenförmige Vertiefung, welche in das aus Weiss-Jura β und γ bestehende Gehänge eingefurcht ist, wie das nur noch an wenigen anderen Orten bei unseren Tuffgängen der Fall ist[1]. Zweitens aber kann man das linke, nach W. gekehrte

[1] Weiter aufwärts tritt dann umgekehrt der Gang in Form eines abgerundeten flachen Grates hervor.

Salband des Ganges fast haarscharf am Bergabhange, von der Sohle des Elsachthales an bis oben zum Waldrande hinauf, verfolgen. Es sind nämlich hier der schneeweisse β- und der hellgraue γ-Kalk durch die Hitze in ein dunkel rauchgraues Gestein verwandelt worden; eine Kontaktmetamorphose, wie sie bei unseren Tuffgängen sehr gewöhnlich ist. Während sich dieselbe aber der Regel nach nur $^1/_2$ bis 1 Fuss weit in das Innere des Kalkes hinein zu erstrecken pflegt, so erreicht bemerkenswerter Weise dieses dunkelgraue, den Gang am ganzen Bergabhange begleitende Band hier die Breite von einigen Schritten! Dass sich wirklich die Kontaktmetamorphose so weit in den Kalk hinein erstreckt, und die schwarzen Stücke nicht etwa nur verschleppt sind, ist oben am Waldrande erkennbar, wo der Kalk fast zu Tage ansteht. Am übrigen Gehänge dagegen ist er in Ackerboden verwandelt, welcher von seinen Stücken erfüllt ist; hier lässt es sich nicht direkt beweisen, dass die Stücke des dunkelgebrannten Bandes nicht doch etwa über einen grösseren Raum verschleppt sein könnten. Aber das ist sicher auch hier nicht der Fall. Auffallenderweise findet sich am rechten, östlichen Salbande keinerlei Kontaktmetamorphose. Indessen auch diese Erscheinung ist nur eine Wiederholung desjenigen, was auch bei anderen unserer Tuffgänge vorkommt und sich leicht erklären lässt.

Die Beschaffenheit des Tuffes ist ganz dieselbe wie bei allen anderen unserer Vorkommen. Die in demselben auftretenden zahlreichen Brocken von Jura-Gestein scheinen nur bis zum Weiss-Jura γ hinaufzugehen. Doch ist das unsicher, da jeder neue Erfund noch jüngere Stücke an das Licht bringen kann.

Sowohl die Bestimmung des Streichens, als auch diejenige der Breite des Ganges können hier leicht Veranlassung zu irrtümlichen Schlüssen geben. Der Gang scheint nach OSO. zu streichen und er scheint sich nach der Tiefe hin schnell zu verjüngen. Beides ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall, wie folgende Darlegung zeigen wird.

Die Breite des Ganges beträgt oben am Walde ungefähr[1] 90 Schritt, unten im Elsach-Thale aber nur noch 60. Der Gang scheint sich also nach der Tiefe hin stark zu verjüngen. Indessen wird das doch nur auf Schein beruhen, wie aus der folgenden Überlegung hervorgeht.

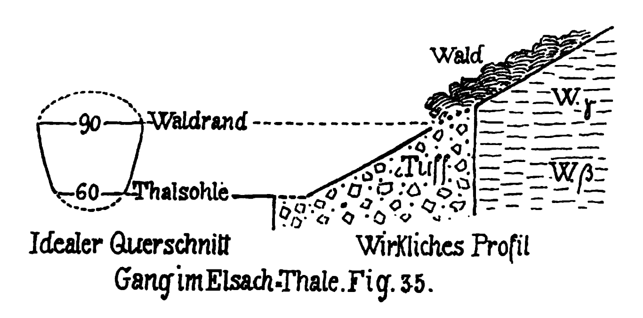
Ein schräger Bergabhang, in welchem ein Tuffgang saiger aufsetzt,

---

[1] Da man hier über einen flach abgerundeten Grat hinüber abschreitet, so ist die Breite des Ganges nicht ganz genau anzugeben.

schneidet den letzteren in einem schrägen Schnitte, welcher von oben-hinten nach unten-vorn durch den Gang geführt ist. Beträgt die Neigung des steilen Bergabhanges etwa 30°, so weicht der durch den Gang geführte Schnitt also um 30° von einem Querschnitte, um 60° von einem Längsschnitte ab. Wäre der Bergabhang senkrecht, hätten wir mithin einen Längsschnitt durch den Gang, so würde durch eine Breite oben von 90 Schritt, unten nur von 60 Schritt, eine zweifellose Verjüngung des Ganges nach unten bewiesen werden. Nun ist der Schnitt aber sehr schräg von oben-hinten nach unten-vorn geführt. Der Gang hat also oben-**hinten** 90, unten-**vorn** 60 Schritt Breite, d. h. er ist hinten, mehr bergeinwärts, breiter als vorn; er verjüngt sich also nur nach vorn, wahrscheinlich aber gar nicht nach unten.

Offenbar handelt es sich also auch hier, wie in anderen Punkten unseres Gebietes, bei diesem von Tuff erfüllten Hohlraume nicht um



Gang im Elsach-Thale. Fig. 35.

eine weithin fortsetzende schmale Spalte, sondern um einen Gang von gerundet viereckigem, oder kreisrundem, oder eiförmigem Querschnitte, wie das Fig. 35 klarlegen soll. Die noch im Berge steckende hintere, kleinere Hälfte des saigeren Ganges ist durch von oben herabgefallenen Schutt und den Wald verdeckt. Nur die vordere Hälfte desselben ist bisher angeschnitten. Man sieht aus solcher Darlegung, dass auch das Bestimmen einer Streichrichtung ganz vergeblich sein muss. Ein Gang streicht eben, wenn er runden Querschnitt hat, stets scheinbar auf den Beschauer zu.

Wie dem auch sei, jedenfalls handelt es sich nicht etwa um eine dem Gehänge angelagerte Masse.

Aus dem Gesagten geht also hervor, dass auch hier wieder ein mit vulkanischem Tuff erfüllter Gang vorliegt, welcher im Weiss-Jura γ und δ angeschnitten ist und in die Tiefe niedersetzt und welcher oben auf

der Hochfläche, als das Thal noch nicht ausgefurcht war, einst in einen Maarkessel mündete.

59. Der Maar-Tuffgang am Mohrenteich bei Urach.

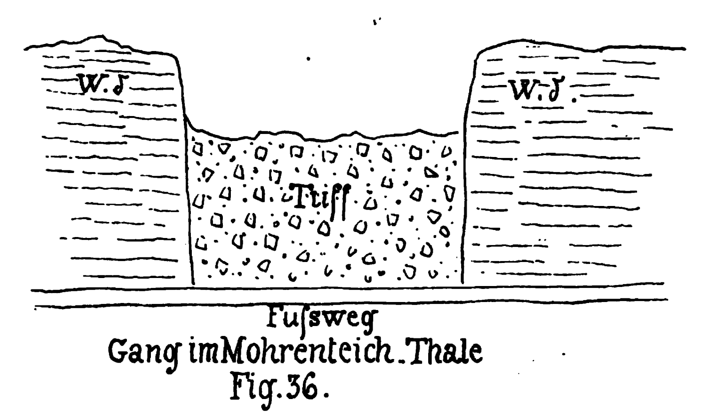
Wenn man von Urach aus im Thale der Erms gegen S. nach Münsingen zu wandert, so zeigt sich das Thal auf beiden Seiten begleitet von sehr steil ansteigenden Höhen des Weissen Jura. Auf der linken östlichen Seite fangen dieselben mit dem Hochberg an. In die Masse dieses letzteren beginnt sich ein breites Thal einzufressen, welches wie mit drei gespreizten Fingern mit einer nördlichen, mittleren und südlichen Spitze oben im Weiss-Jura ε, d. h. auf der Hochfläche des Hochberges einsetzt. Dieses Thal mündet in das Hauptthal der Elsach. Die südliche seiner drei Spitzen, welche von O. nach W. hinabzieht, wird „am Mohrenteich“ genannt. Hier befindet sich der in Rede stehende Tuffgang. Da das steile Thalgehänge überall mit dichtem Walde bedeckt ist, so ist der in demselben aufsetzende Gang nicht leicht zu finden. Man thut daher gut, dem im folgenden beschriebenen Fusswege zu folgen, welcher am Gehänge bergauf geht.

Bald, nachdem man, von Urach aus im Thale der Erms aufwärts schreitend, die sogenannte Röslerburg hinter sich gelassen hat, zweigt sich links ein Fussweg ab. Dieser führt, an dem steilen Gehänge scharf ansteigend, im Zickzack hinauf bis an die Grenze zwischen Weiss-Jura γ und δ. Hier mündet der Weg in einen anderen neuangelegten ein, welcher in diesem Niveau ziemlich wagerecht am Gehänge entlang führt und so das „am Mohrenteich“ genannte Querthal, welches sich hier befindet, umfährt. Sobald man diesen Horizontalweg erreicht hat, folgt man demselben nach rechts. Genau an der Stelle, an welcher der Weg die Spitze des Mohrenteich-Thales umfährt, an welcher er also aus seiner SO.-Richtung scharf in eine südwestliche umbiegt, schneidet er auf die Erstreckung von 80 Schritt diesen bisher unbekannten Tuffgang an.

Die Grenze zwischen dem Tuff und dem mittleren Weiss-Jura, in welchem derselbe aufsetzt, ist ziemlich scharf zu erkennen, da der Weisse Jura δ rechts und links vom Gange in senkrechter Mauer aufragt; mit anderen Worten, da der Gang senkrecht in diese δ-Mauer eingeschnitten, eingelassen ist. Von Kontaktmetamorphose ist nichts zu beobachten.

Klimmt man nun auf dem sehr steil ansteigenden Tuffgestein in die Höhe, um zu erforschen, wie weit dieser Gang durch den

Bergabhang hindurchstreicht und ob er sich bis auf den Gipfel des Berges hinauf verfolgen lässt, so zeigt sich mit Sicherheit, dass letzteres nicht der Fall ist. Oben stösst man in der Fortsetzung des Ganges plötzlich auf Weissen Jura, d. h. der Gang geht hier nicht weiter, sondern er endigt. Aber er keilt sich an seinem Ende nicht etwa aus, d. h. dem Gange liegt nicht etwa eine schmale, schnitt- oder schlitzförmige Spalte zu Grunde, sondern der Gang setzt mit ungefähr seiner vollen Breite von 80 Schritt, vermutlich in gerundeter Linie, scharf an dem Schichtgestein ab. Das Wort „scharf" ist hier oben nicht ganz wörtlich zu nehmen, da die von der Höhe herabgestürzten Kalksteinbrocken die Grenze hier und da verwischen. Wiederum also haben wir auch hier nicht eine schmale Spalte, bei welcher sich ein deutlich ausgesprochenes Streichen an-



Gang im Mohrenteich-Thale
Fig. 36.

geben liesse, sondern einen mehr kanalförmigen Gang von etwa gerundet viereckigem Umrisse vor uns.

Auch nach abwärts lässt sich der Tuff an dem steil abfallenden Gehänge bis auf den Boden des Mohrenteich-Thales hinab verfolgen. Nun ist das letztere ersichtlich kein altes Thal, sondern ein noch im Einschneiden begriffenes Querthälchen, welches sich erst in der Jetztzeit in das Gehänge eingesägt hat und noch weiter einsägt; denn es hat keinen horizontalen Thalboden, sondern der Thalraum gleicht noch einem mit der Schneide nach unten gekehrten Keile. Abgesehen daher von den oben geschilderten Lagerungsverhältnissen, welche die Gangnatur des Tuffes zweifellos darthun, wird auch durch dieses Thal die Annahme zu einer ganz unmöglichen, dass der Tuff in tertiärer oder diluvialer Zeit etwa hier an das Gehänge angelagert worden sein könnte, dass sein heutiges Vorkommen also den letzten,

noch am Gehänge klebenden Rest einer einst hier **auf** dem ge-
schichteten Gebirge abgesetzten Tuffmasse bilden könnte:

Das Thälchen schneidet sich ersichtlich erst in neuerer Zeit ein
es ist also in diluvialer oder gar tertiärer Zeit noch gar nicht ode
doch erst in seinen ersten Anfängen vorhanden gewesen. An seine
Stelle befand sich vielmehr eine jetzt durch die Ausfurchung de
Thälchens entfernte Weiss-Jura-Masse. Der Tuff konnte mithin i
diluvialer oder tertiärer Zeit gar nicht an das erst in der Jetztzei
entstandene Gehänge angelagert worden sein. Der Tuff hätte höchsten
oben auf jener Weiss-Jura-Fläche abgesetzt worden sein können.

Wenn nun aber trotzdem jetzt der Tuff bis auf den heutige
Boden des Thälchens hinabsetzt, welcher bis zu seiner jetzigen Tief
sicher erst in allerneuester Zeit eingeschnitten wurde, so giebt e
nur eine Erklärung dafür: Der Tuff setzt hier als Gang in di
Tiefe hinab.

Wie häufig sich ein Gewässer an der Grenze zweier verschiedene
Gesteinsarten einschneidet, da, wo diese aneinander absetzen, s
frisst sich auch hier das Thal gerade im Kontakt zwischen dem Tu
und dem Nebengestein ein, in welchem ersterer aufsetzt, dem Weisse
Jura. Zu je grösserer Tiefe daher das Thal sich einschneiden wird
in desto grösserer Tiefe hinab wird auch der Tuff stets entblöss
werden.

Auch in diesem Falle ist mithin durch die Lage-
rungsverhältnisse nachgewiesen worden, dass wir hie
einen in die Tiefe niedersetzenden Gang vulkanische
Tuffes von röhrenförmiger Gestalt vor uns haben.

60. 61. 62. Die Maar-Tuffgänge in dem Zittelstadt-Thale.

Wenn man von Urach aus im Elsachthale etwa $^3/_4$ km wei
gegen O. aufwärts gegangen ist, mündet zur Rechten der kleine, di
„Zittelstadt“ durchfliessende Bach, welcher von SO. herabkomm
In dem breiten Thale desselben verläuft die von Urach nach Böhringe
auf die Alb hinaufführende Ulmer Steige. An dieser sind auf eine
Erstreckung von noch nicht 1 km zwei Tuffgänge aufgeschlosse
von welchen der östlichst gelegene noch in unverkennbarster Weis
uns als einstiges Maar entgegentritt. Während diese beiden Gäng
auf dem rechten Ufer des Baches anstehen, findet sich auf de
linken Ufer desselben ein bisher noch nicht in der Litteratur bekannt
Basaltgang No. 126, welcher später unter den Basalten besproch
werden wird.

60. Der westliche der beiden Maar-Tuffgänge an der Ulmer Steige von Urach nach Böhringen.

Das tief in die Hochfläche der Alb eingegrabene Zittelstadtthal wird da, wo es in das Elsachthal mündet, im SW. von dem Hochberge, im NO. von dem Ulmereberstettenberge begleitet. Die Hochfläche beider Berge besteht aus Weiss-Jura ε, während das Thal an seiner Mündung bis in das β hinab eingeschnitten ist.

Wenn man nun, von dieser Mündung aus, der Ulmer Steige etwa 800 Schritte weit aufwärts gefolgt ist, so trifft man einen von der Strasse aufgeschlossenen, saigeren Tuffgang, dessen Breite etwa 25 Schritte betragen mag. Der östliche Kontakt mit dem Weiss-Jura ist durch Abrutschmassen und Berasung undeutlich geworden, so dass sich die Mächtigkeit des Ganges nicht genau feststellen lässt. Der westliche Kontakt dagegen ist schärfer und durch eine ganz auffallend starke Metamorphose ausgezeichnet.

Während sonst in unserem Gebiete die Tuffgänge, falls überhaupt, nur 1—2 Fuss weit umwandelnd auf ihr Nebengestein zu wirken pflegen, so ist hier der Weiss-Jura γ etwa 10 Schritt weit in sein Inneres hinein schwarz gebrannt. Namentlich in dem kleinen Chausseegraben, in welchem der anstehende Kalk angeschnitten ist, kann man das deutlich erkennen. Durch Lagerung wie durch Kontaktwirkung lässt sich daher hier die Gangnatur dieser Tuffmasse zweifellos erweisen. Die Ausdehnung des kontakt-metamorphen Bandes spricht dafür, dass dieser Gang eine viel grössere Mächtigkeit als nur 25 Schritte besitzt. Der Anschnitt geht offenbar hier nicht durch den Mittelpunkt dieses Ganges von vermutlich rundlichem Querschnitte, sondern er verläuft beinahe tangential, schneidet also nur einen kleinen Kreisbogen ab. So erscheint der Gang nur wenig mächtig, während er in Wirklichkeit wohl, entsprechend der starken von ihm ausgeübten Kontaktmetamorphose, mächtiger sein wird.

Die geologische Karte von Württemberg giebt diesen Gang an einer falschen Stelle an, nämlich viel zu weit östlich gerückt. Seine wahre Lage ist etwa 800 Schritt von der Mündung der Ulmer Steige in das Elsachthal entfernt und 1240 Schritt von dem später zu besprechenden östlichen grossen Gange (No. 62). Ich habe ihn in dieser Lage in der beiliegenden Karte eingezeichnet, während er in der geologischen Karte von Württemberg gerade umgekehrt dem erwähnten grossen Gange näher gerückt ist. Das würde kaum der

Erwähnung an dieser Stelle wert sein, wenn wir nicht in Erwägung ziehen müssten, ob nicht etwa dieser Gang zu dem sogleich in No. 61 zu besprechenden bei Ulmereberstetten in Beziehung stehen könnte. Diese Beziehung aber wird ganz unverständlich, solange der Gang an einer falschen Stelle eingezeichnet ist. In Wirklichkeit liegen eben beide Vorkommen nicht das eine $^1/_2$ km östlich vom anderen, sondern beide in einer und derselben Linie übereinander (vergl. Fig. 37, S. 315).

61. Der Maar-Tuffgang bei Ulmereberstetten.

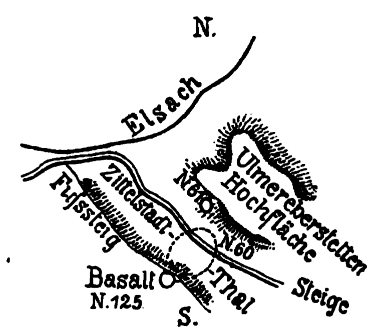
Dieses Tuffvorkommen befindet sich fast senkrecht über dem vorigen, hoch oben am Steilabfalle der Alb beinahe in gleicher Höhe mit der Hochfläche; im Niveau des Weiss-Jura δ und ε. Dort ragt an einer fast unersteiglichen Stelle ein breit nadelförmiger Tufffelsen in die Höhe; ein verkleinertes Abbild des Conrads-Felsens (siehe No. 47, Fig. 20), welcher gleichfalls hoch oben am Gehänge neben dem senkrechten Absturze der δ-Mauer in die Höhe wächst. Von dem mit Äckern bedeckten, an das Elsachthal herangehenden Fusse des Ulmereberstettenberges aus führt ein schwieriger Fussweg in die Höhe und dann unterhalb der Nadel vorbei. Bis zu einer grossen Buche kann man noch gut emporklimmen, die Nadel selbst aber beginnt erst etwas höher hinauf.

Weder von hier oben noch von der Steige unten kann man je das andere dieser beiden Vorkommen erblicken. Zu dem Zwecke muss man über das Zittelstadtthal hinübergehen, auf die linke Seite desselben, da, wo der Basaltgang No. 125 in der beiliegenden Karte eingezeichnet ist. Von dort aus erblickt man beide Vorkommen fast senkrecht übereinander; das eine unten nahe dem Niveau des Thalbodens, das andere oben fast in demjenigen der Hochfläche und beide auch zugleich mit dem Basaltgange fast in einer und derselben Linie liegend. Genau aber liegen diese drei Punkte nicht in einer Linie. Vielmehr, wenn man von dem Basaltgange zu dem oben bei Ulmereberstetten gelegenen hinüberzielt, so fällt der Gang No. 60 unten an der Steige rechts aus dieser Linie heraus, wie Fig. 37 zeigt.

Ein solches Verhalten spricht nun zunächst gegen die unwillkürlich sich aufdrängende Vorstellung, dass alle drei Vorkommen nur Teile eines einzigen gestreckten, plattenförmigen Ganges seien, welcher dann $^1/_2$ km lang wäre. Man ist eben so sehr gewöhnt

Gangmassen in langhinziehenden Spalten zu finden, dass man auch in unserem Gebiete Derartiges bald hier, bald da zu sehen vermeint. Ich habe indessen gezeigt, dass die in der geologischen Karte von Württemberg in solcher Form eingezeichneten Gänge No. 30 und 31 bei Erkenbrechtsweiler und No. 42, 43, 44, 45 an der Gutenberger Steige nicht plattenförmige Massen darstellen; dass nur in überaus seltenen Fällen derartige Gänge bei uns erscheinen.

Es ist daher von vornherein bereits unwahrscheinlich, dass dieser fast nie bei uns vorkommende Fall hier eintreten sollte. Natürlich ist das kein Beweis, aber es dient doch zur Unterstützung der Thatsache, dass von den drei hier in Rede stehenden Gängen der Gang No. 61 aus der geraden Linie der beiden anderen herausfällt. Lägen also wirklich alle drei in einer langhinziehenden Spalte, so müsste man annehmen, dass diese im Bogen verliefe. Auch das ist nicht unmöglich, aber doch nicht wahrscheinlich.



Die 3 Gänge im Zittelstadt-Thale
Fig. 37.

Wenn wir auf solche Weise nicht alle drei Gänge in einer Spalte unterbringen mögen, so bliebe immer noch die Frage, ob nicht doch wenigstens zwei derselben einem einzigen Gange angehören könnten, zunächst etwa die beiden Tuffgänge.

Ich kann diese Frage nicht mit Sicherheit entscheiden. Es käme auf eine genaue Untersuchung des zwischen beiden befindlichen, schwer zu begehenden Steilabfalles an. Man müsste sehen, ob auf diesem auch in der Verbindungslinie beider Tuff zu Tage träte. Die losen Schuttmassen verhindern indessen einen genauen Einblick.

Schliesslich wäre es aber auch noch möglich, dass der Basaltgang No. 125 unten auf dem linken Ufer und der Tuffgang No. 61 unten an der Steige auf dem rechten Ufer Teile eines und desselben Ganges von rundlichem Querschnitte wären. Die Achse dieses Ganges würde dann in der Thalsohle des Zittelstadtthales liegen; in ähnlicher Weise, wie wir für den dritten Gang an der Gutenberger Steige No. 44, S. 250, Fig. 16 die Möglichkeit ins Auge fassen

müssen, dass seine Hauptmasse im Lenninger Thale läge. Dort ebenso zugedeckt von dem Alluvium desselben, wie hier von dem Alluvium des Zittelstadtthales. Mir würde eine solche Annahme noch eher einleuchten als jene vorige. Es ergäbe sich dann das obige Bild. Am wahrscheinlichsten jedoch ist es mir, dass wir hier drei getrennte, aber benachbarte Durchbohrungen der Alb, bezw. Tuffgänge, vor uns haben, welche einst oben auf der Alb in drei Maarkesseln mündeten. Solcher Zwillings- und Drillingsgänge, bezw. Maare giebt es noch mehrere in unserem Gebiete. Auch in der Eifel finden sich deren.

62. Der östliche der Maar-Tuffgänge an der Ulmer Steige.

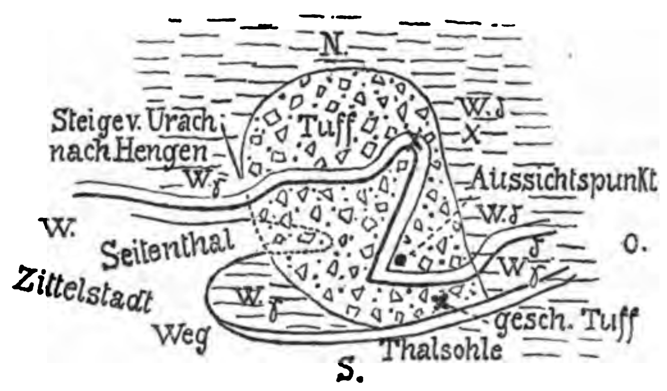
Mehr als einen halben Kilometer östlich von dem unter No. 60 besprochenen Gange liegt an derselben von Urach nach Böhringen führenden Steige ein im Weiss-Jura γ und δ aufsetzender, senkrechter Tuffgang von ganz gewaltigem, an 660 m betragendem Durchmesser. Die starke Schleife, welche die Steige an dieser Stelle macht, führt mitten durch die Seele dieses Ganges. Derselbe wird daher nicht nur seitlich von der Strasse angeschnitten, wie die meisten anderen unserer Gänge, sondern er ist auch in seinem Innersten aufgeschlossen, wie Fig. 38 zeigt. Es sei gleich vorausgeschickt, dass die Beschaffenheit des Tuffes im Innern dieselbe ist, wie in den äusseren Teilen desselben.

Man vergegenwärtige sich, dass die Steige auf dem rechten Ufer des Zittelstadtbaches in ziemlicher Höhe dahinzieht. Es wird daher der Gang von der Strasse ebenfalls in dieser Höhe über dem Thalboden angeschnitten. Nun lässt sich aber der Tuff auch unten in dem Niveau der Thalsohle als anstehend erkennen. Ebenso kann man ihn von dort aus aufwärts am Gehänge des Berges, welcher den Aussichtspunkt trägt, erkennen. Die Tuffmasse ist also zu ansehnlicher Mächtigkeit herausgegraben.

Wie in vielen Fällen die Thalbildung von der Grenzfläche zweier verschiedenartiger Gesteine sich vollzieht, so läuft auch hier das Zittelstadt-Thal an der S.-Grenze unseres Tuffganges entlang, denn jenseits des Thales, am linken Gehänge desselben, steht Weiss-Jura an. Von der S.-Seite des Ganges ist also hier durch die Thalbildung bereits die Weiss-Jurahülle desselben bis auf die Thalsohle hinab abgeschält. An den anderen Seiten dagegen steckt der Gang noch im Gebirge, wie Fig. 38 zeigt. Von diesem Zittelstadt-Thale zweigt sich, nach O. hin, ein kleines Seitenthälchen ab, welches sich in

die Seele der Tuffmasse eingesägt hat. Dasselbe ist die Veranlassung der scharfen Biegung, welche die Steige bei × zu machen hat, um die Spitze dieses Seitenthälchens zu umfahren. In der Gabel zwischen letzterem und dem Zittelstadt-Thale liegt ein durch beide Thalbildungen herausgeschnittener Berg. Ich will ihn den Aussichtspunktberg nennen, da er oben an dem Knick der Steige, von welchem aus er einen herrlichen Blick thalabwärts gewährt, Bänke trägt. In Fig. 38 ist diese Stelle durch einen Punkt bezeichnet.

Wenn man nun, in der Sohle des Zittelstadt-Thales aufwärts wandernd, an die W.-Spitze des Aussichtspunktberges kommt, so sieht man, dass hier der Mantel von Weiss-Jura γ noch den unteren Teil des Gehänges bildet, während weiter aufwärts der Tuff schon aus diesem Mantel herausschaut. Geht man aber in der Thalsohle weiter nach O., so kommt man schliesslich an einen Punkt, an welchem dieser Mantel bis auf die Thalsohle hinab abgeschält ist, so dass hier der Tuff vom Gipfel des Berges bis in letztere hinabsetzt. Noch weiter östlich steht dann in der Thalsohle wieder Weiss-Jura γ und höher hinauf δ an, wie das die folgende Abbildung zeigt:



Maar a. d. Steige v. Urach-Hengen. Vergröss. Kartenbild.
Fig. 38.

So stehen also im W. wie im O. des Tuffes, von der Thalsohle an am Gehänge hinauf, Schichten des Mittleren Weiss-Jura an, und zwischen diesen zieht sich von oben bis ins Thal ein Tuffstreifen hinab, welcher sich, was recht selten ist, nicht als Erhöhung, sondern als Einsenkung markiert. Im Thale ist derselbe 270 Schritt breit; oben ist er viel breiter, da hier der Weiss-Juramantel im W. bereits weiter abgeschält ist.

Dieser Tuffstreifen ist, wie häufig der Fall, mit Tannen angeschont. Jetzt, wo dieselben noch jung sind, lässt sich am Gehänge eine Stelle erkennen, an welcher deutliche Schichtung des Tuffes auftritt, bei × in Fig. 38. Dieselbe fällt ungefähr nordwärts in den Berg hinein, wie das auch an anderen Orten der Fall ist, wie z. B. am Jusiberg (S. 294 No. 55). Grobkörniger Tuff liegt zwischen feinkörnigem.

Zur Erklärung dieser Thatsache muss man bedenken, dass man sich hier bereits in hohem Niveau, Weiss-Jura γ—δ, befindet, d. h. verhältnismässig nahe dem oberen Ende des Tuffcylinders bezw. nahe dem Boden des früheren Maartrichters. Das Randecker Maar (No. 39) aber lehrte uns kennen, dass und warum in diesem Niveau geschichteter Tuff erscheinen kann (S. 231 pp.). Ich vermag bei Mangel an Aufschlüssen nicht sicher zu entscheiden, ob diese Schichtung sich bis in die alleroberaten Lagen des Tuffcylinders fortsetzt, oder ob hier wieder ungeschichtete Massen auftreten, wie mir das eher der Fall zu sein scheint. Geht die Schichtung bis oben hin, dann kann man sicher annehmen, dass hier im Maarkessel ein See vorhanden war, aus welchem sich die Schichten absetzten. Werden dagegen diese Schichten von massigem Tuffe auch überlagert, denn unter ihnen liegt selbstverständlich ein solcher, dann muss die Schichtung eine subaërisch entstandene sein, wie z. B. am Fusse des Jusi No. 55 S. 296 der Fall ist. Für solche Auffassung spricht auch die Neigung der Schichten und ihr Fallen in den Berg hinein. Eine subaërische Schichtung erklärt sich aber auch leicht, wenn man den grossen Durchmesser dieses Ausbruchskanales bedenkt, welcher ungefähr 660 m betragt. Auch könnte für subaërische Schichtung noch das Folgende sprechen:

Begiebt man sich nämlich aus der Thalsohle oben auf die Steige und zwar an die östliche Grenze der Tuffmasse, so hat man hier in höherem Niveau als dem bisher in Rede gestandenen einen schönen Anschnitt des Tuffes durch die Strasse. Der Punkt liegt gerade an einer Biegung der letzteren. Wir sehen ungeschichteten Tuff mit sehr grossen und auch kleinen Weiss-Jurastücken. Die oberste Lage ist ziemlich frei von solchen, und über dieser in gerader Linie abgeschnitten lagert ein dichtes Haufwerk von Weiss-Jurablöcken, welche in spärlichen Tuff eingebettet liegen. Diese Verhältnisse rufen den Gedanken an Schichtung wach. Sicher freilich lässt sich auch hier die Frage nicht entscheiden. Wenn das aber nicht Verstürzung, sondern ursprüngliche Schichtung ist, so möchte

ich hier nur an subaërische Schichtung denken. Wir befinden uns zwar in den obersten Lagen des Tuffcylinders. Wäre aber Wasser im Spiele gewesen, so müssten alle grossen Blöcke unten liegen, anstatt durch die Masse verstreut zu sein. Das zu oberst auftretende Haufwerk von Blöcken ist indessen wohl nur ein abgestürzter Teil der gewöhnlichen Schuttkappe, welche sich auf fast allen unseren Tuffen findet. Ist das nun der Fall, dann ist die wagerecht verlaufende Grenze zwischen dieser Masse und der unter ihr liegenden nicht Folge irgendwelcher Schichtung, sondern Zufall infolge von Abrutschung. In solchem Falle aber bleibt von Schichtung-ähnlichem recht wenig übrig. An den anderen Stellen in dem Niveau der Steige scheint nur massiger Tuff aufzutreten. Es wird daher wohl auch hier solches der Fall sein.

Fassen wir nun das Gesagte zusammen, so ergiebt sich für diesen Tuffgang hinsichtlich seiner Entstehung das Folgende. Die im W. wie im O. der Tuffmasse deutlich verfolgbare Kontaktlinie zwischen Tuff und Weiss-Jura, dazu das Hinabsetzen des Tuffes bis in die augenblickliche Thalsohle, machen es zweifellos, dass hier wirklich ein in der Tiefe wurzelnder, gewaltiger, saigerer Tuffgang von etwa 660 m Durchmesser aufsetzt: Der Ausbruchskanal eines früheren Maares, dessen Explosionsöffnung vor kurzem erst abgetragen wurde.

So sehen wir in diesem Gange das Zukunftsbild des kaum 2 km ostwärts auf der Hochfläche gelegenen Hengener Maares (No. 13 S. 199). Sobald die Thalbildung, welche ja stets bergaufwärts voranschreitet, bis über die Gegend von Hengen hinaufgegriffen haben wird, muss uns dieses dann zerstörte Maar in seinem nun aufgeschlossenen, tufferfüllten Ausbruchskanale einen ganz analogen Anblick gewähren, wie der in Rede stehende Gang. Umgekehrt also giebt uns das Hengener Maar das vergangene Bild dieses Ganges.

63. Der Maar-Tuffgang an der Wittlinger Steige.

Genau ebenso wie der soeben besprochene Tuffgang, so ist auch dieser nun zu beschreibende nur der tufferfüllte, in die Tiefe niedersetzende Kanal eines Maares, dessen Explosionskrater erst vor kurzem verwischt worden sein kann. Genau auch ebenso, wie der im vorigen besprochene, am Steilabfalle aufsetzende Gang das Zukunftsbild des östlich von ihm oben auf der Hochfläche gelegenen Hengener Maares No. 13 ist, so ist dieser am Steilabfalle aufsetzende

Gang die nächste Phase im Zukunftsbilde des oben auf der Hochfläche nahebei östlich gelegenen Wittlinger Maares No. 14. Genau ebenso weiter, wie der im vorigen besprochene Tuffgang an seiner S.-Seite durch eine Thalbildung angeschnitten und seiner Weiss-Jurahülle beraubt ist, während er mit der N.-Seite noch in dem Körper der Alb steckt, so verhält sich auch dieser Gang an der Wittlinger Steige. Ebenso endlich, wie sich dort lokale Schichtung im Tuffe zeigt, so scheint auch hier eine solche vorhanden zu sein. So zeigen sich die mannigfachsten Parallelen zwischen diesen beiden einstigen Maaren, bezüglich ihren tuffertüllten Ausbruchskanälen.

Wenn man von Urach aus im Ermsthale aufwärts gegen SO. wandert, so trifft man in 3 km Entfernung von genannter Stadt auf die Mündung des von O. herabkommenden Föhrenbach-Thales. In letzterem zieht sich die nach Wittlingen oben auf die Alb hinaufführende Steige am linken Gehänge entlang. Durch diese Strasse wird der in Rede stehende Gang aufgeschlossen. Es geschieht das an mehreren Stellen; zwischen diesen ist der anstehende Tuff aber durch abgerutschte Massen verdeckt. Möhl lässt sich dadurch täuschen und spricht von drei verschiedenen Gängen. Es handelt sich jedoch gewiss nur um einen einzigen Tuffgang von etwa 330 m O.—W. Durchmesser. Als solcher wird er auch von Quenstedt auf Blatt Urach dargestellt, wenngleich dies aus den Begleitworten (S. 15 No. 18), in denen er von einem 40 Schritte breiten Tuffgange spricht, nicht klar hervorgeht.

Da wo man, der Steige aufwärts folgend, zum ersten Male auf diesen Tuff trifft, wird derselbe in einer Breite von 54 Schritten angeschnitten. Die Kontaktlinie mit dem Weissen Jura ist hier ziemlich genau zu erkennen, jedoch nicht haarscharf. Nach aufwärts, am Gehänge in die Höhe, ist der Tuff schwer zu verfolgen, da dort alles mit Buchenwald bedeckt ist. Sicher jedoch zeigt sich an der Steige, also am westlichsten, d. h. tiefsten Teile des Ganges, der Tuff noch ungeschichtet.

Nun folgt auf eine Länge von 52 Schritten Weiss-Jura-Überschüttung, aus welcher der Tuff dann abermals hervortaucht. Dass diese Tuffmasse nicht etwa ein besonderer Gang ist, sondern mit der vorigen zusammenhängt, dass beide also nicht durch anstehenden Weiss-Jura wirklich, sondern nur durch abgerutschte Massen scheinbar getrennt werden — das geht daraus hervor, dass inmitten der sie trennenden Weiss-Juraschuttmasse etwas Tuff hervorschaut. Auch hier ist der Tuff noch ungeschichtet, es liegen aber Stücke geschich-

teten Tuffes in dem massigen drinnen. Abermals folgt dann, wenn wir weiter steigen, Verschüttung bis der Tuff zum dritten Male wieder angeschnitten wird, um nun bis an die Spitze der sich im scharfen Winkel knickenden Steige anzuhalten. Hier ist in den höheren Teilen wirkliche Schichtung vorhanden, der Tuff auch zum Teil feinkörniger als an der ersterwähnten, westlichsten Stelle.

Damit hat nun die Steige, welche sich in nach N. geöffnetem Halbkreis biegt, diesen grossen Tuffgang im W., S. und O. umfahren. An diesen drei Seiten ist er also durch die Thalbildung seines Weiss-Juramantels beraubt. An der N.-Seite steckt er dagegen noch in dem Albkörper. Wie wir an der W.-Seite den Kontakt mit dem Weiss-Jura erkennen konnten, so lässt sich derselbe auch hier an der O.-Seite noch schärfer unterscheiden. Es verläuft nämlich hier ein, von der Steige aus am Tuffgehänge aufwärtsführender Weg; und an diesem ist kurz vor dem spitzen Knick, welchen die Steige macht, der Kontakt sichtbar. Eine Metamorphose fehlt hier wie dort.

Betrachten wir die Oberfläche, also den Horizontalschnitt, dieses grossen Tuffganges, so ist dieselbe nicht eben, sondern durch die Erosion sehr wellig gestaltet. Im W., da wo wir unsere Beobachtungen begannen, ist die Oberfläche vertieft. Im O., wo wir endeten, bildet der Tuff einen hohen Kegel, dessen Gipfel mit Stücken von Weiss-Jura ζ überschüttet ist, so dass er im selben Niveau liegt wie die hier aus ζ bestehende Hochfläche.

Indem die Steige sich anschickt den Tuffgang an der O.-Seite zu umfahren, biegt sie selbst aus der ONO.-Richtung nach N. um. Ungefähr von dieser Biegung an steht nun der Tuff nicht mehr wie bisher, lediglich auf dem rechten, nördlichen Thalgehänge an, auf welchem die Steige entlang läuft, sondern er greift jetzt auch auf die andere Thalseite hinüber und zeigt sich hierbei bis auf die Thalsohle hin anstehend.

Nun ist dieses Thal aber hier oben eine enge, ganz junge Schlucht, welche noch in steter Vertiefung begriffen ist und in Gestalt einer Einkerbung erscheint. Das Niedersetzen des Tuffes bis in diese gegenwärtige kerbenförmige Thalsohle, sowie der deutlich sichtbare Kontakt desselben im O. wie im W. mit dem Weiss-Jura machen es mithin auch hier zweifellos, dass ein in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vorliegt, welcher einst oben auf dem Boden des jetzt zerstörten Explosionskraters, eines Maar-

kessels gemündet hat. Auch weiter thalabwärts, noch unterhalb der genannten Umbiegung der Steige nach N., steht der Tuff an einer Stelle bis in die tief unten gelegene Thalsohle hinab an.

Ich sagte, dass der Tuff auch auf die andere, jetzt östliche Thalseite hinübergreift. Dort ist in demselben ein kleiner Steinbruch eröffnet, in welchem Markungs- und Pflastersteine aus der harten Masse hergestellt wurden. Es scheint auch hier Schichtung vorhanden zu sein. Da aber zur Zeit grosse Massen herabgestürzt sind und den Aufschluss verschüttet haben, so lässt sich das nicht sicher entscheiden.

Wie bei dem vorher betrachteten Gange (No. 62) haben wir also auch hier die seltene Erscheinung einer Schichtung des Tuffes. Aber wir finden dieselbe, wie hervorgehoben, nur in den höheren Teilen des saigeren Ganges. Da, wo wir denselben zuerst angeschnitten fanden, in seinen tieferen Teilen, ist er noch durchaus massig. Weiter hinauf fanden sich dann in dem immer noch massigen Tuffe einige etwa kopfgrosse Stücke geschichteten Tuffes als Einsprenglinge, wohl umgrenzt. Also bei einem späteren Ausbruche von dem oben liegenden Schichttuffe abgerissen und in die Tiefe gestürzt. Oder ohne solchen Ausbruch einfach bei der Abtragung von oben abgerutscht und von ebenfalls abgerutschtem massigem Tuffe eingeschlossen. Auch das ist möglich. Wir befinden uns hier ja hart neben der Thalfurche. Mit dem allmählichen Einschneiden derselben aber mussten an ihrem Gehänge, dasselbe besteht ja aus Tuff an dieser Stelle, auch Verrutschungen eintreten. Eine solche Auffassung ist vielleicht die richtigere.

Die im oberen Teile der Tuffsäule sich findende Schichtung des Tuffes bietet weder hier noch beim Gange (No. 62) etwas Überraschendes. Dieselbe könnte subaërischer Entstehung sein, was bei einer Röhre von so weitem Durchmesser leicht möglich ist. Sie könnte aber auch in einem einstigen Maarsee erfolgt sein; ebenfalls eine durchaus mögliche Annahme, da wir uns hier nahe dem oberen Ende der Tuffsäule im Oberen Weiss-Jura befinden. Es dürfte daher die letztere Annahme die wahrscheinlichere sein.

In dem Tuffe fand ich Basaltkügelchen mit Olivinkern. Es mögen daher auch weiter abwärts im Thale, ausgewaschen aus dem Tuffe, etwas grössere Stücke ausgeworfenen Basaltes früher gefunden worden sein. Diese Frage hat nämlich ein Interesse dadurch, dass in ihnen nach Rösler der älteste Basalt vorliegen soll, welcher in

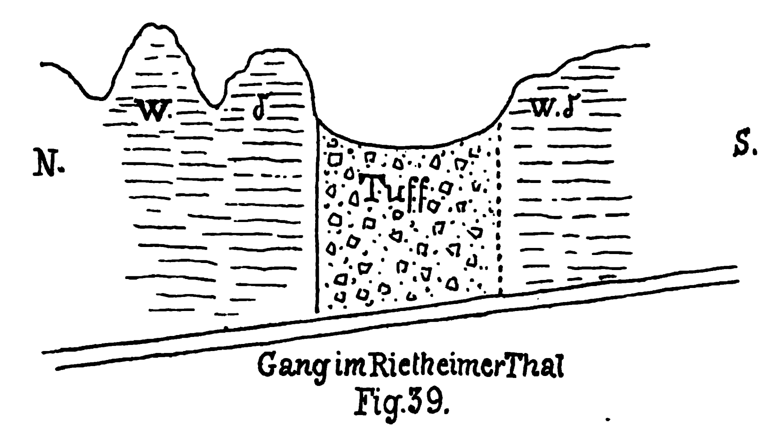
Württemberg als solcher erkannt wurde[1]. Grössere Stücke von Basalt liessen sich indessen jetzt in dem Thale nicht finden.

II c. Die am Steilabfalle und in den Thälern der Alb, an der St. Johann-Halbinsel gelegenen Tuff-Maare bezw. Maar-Tuffgänge.

Die Zahl derselben ist eine geringere als bei den anderen Halbinseln. Auch die Aufschlüsse sind nicht so gut wie dort. Ich beginne hier im oberen Ermsthale auf dem linken Ufer desselben, gehe bei der Beschreibung der betreffenden Punkte dann nach N., um die N.-Spitze der Halbinsel herum, und dann am W.-Abhange der letzteren gegen S.

64. Der Maar-Tuffgang im Riedheimer Thale.

Wir wandern im Ermsthale noch weiter über das soeben besprochene Wittlinger Thal hinaus, gegen S. Etwa $1^1/_2$ km vor



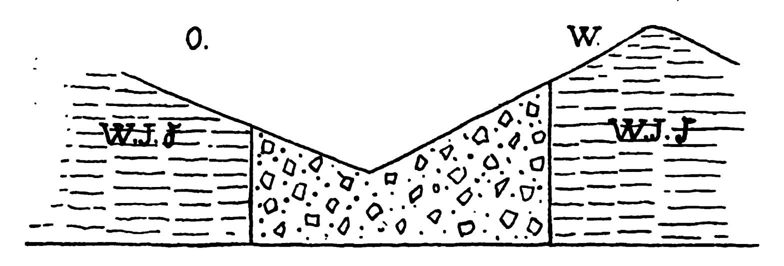
Gang im Rietheimer Thal
Fig. 39.

Seeburg gelangen wir an die Mündung eines kleinen, engen Nebenthales, welches in das linke Gehänge des Ermsthales eingeschnitten ist und südwärts nach Riedheim zu hinaufzieht. Biegen wir in dieses ein und steigen in ihm bergauf, so kommen wir bald an eine Stelle, an welcher sich sowohl am östlichen wie am westlichen Weiss-Juragehänge, also zur Rechten wie zur Linken des Wandernden, eine leichte Senke bemerkbar macht. Namentlich zur Linken ist dieselbe tiefer in den Weiss-Jura δ eingegraben; die Felsen desselben hören, wie die obige Abbildung erkennen lässt, scharf abgeschnitten

[1] Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Württemberg. 1790. Heft 2. S. 214. S. auch in dieser Arbeit später „Die Basalte“.

auf und hart neben denselben liegt vulkanischer Tuff in dem Ein
schnitt drinnen. Zwar ist letzterer hier oben zwischen den Felse
mit Juraschutt bedeckt; etwas weiter unten jedoch, sowie in de
Thalsohle ist er deutlich aufgeschlossen. Der N.-Kontakt ist, wi
gesagt, ganz scharf, der südliche verwischter.

Nun ist auch dieses Thal vorerst nur eine einfache, keilförmi
zugeschärfte Kerbe im Gehänge (Fig. 40), welche sich noch fort
während vertieft. Es ist daher ganz undenkbar, dass der Tuff i
früheren Zeiten hier angeschwemmt oder durch Eis hergeschobe
sein sollte; denn in diesen früheren Zeiten bestand das Thal, minde
stens in seiner heutigen Tiefe, überhaupt noch gar nicht.



Tuffgang im Riedheimer Thale
Fig. 40

Da der Tuff bis in dieses unfertige Thal hinabsetz
und zugleich seine Einlagerung im Weiss-Jura, mi
deutlichem Kontakt wenigstens an einer Seite, erkenn
bar ist, so liegt sicher ein Tuffgang vor.

Die Breite, oder besser gesagt der Durchmesser, des letztere
beträgt ungefähr 30 Schritte; denn es handelt sich ersichtlich nicl
um einen lang hinstreichenden, plattenförmigen Gang, sondern u
einen solchen von rundlichem, richtiger elliptischem Umrisse. Nu
scheint mir der längere Durchmesser nicht von N.—S. zu laufe
wie auf Blatt Urach der geognostischen Karte Württembergs ei
gezeichnet wurde, sondern mehr von W.—O. Bei der jetzige
Oberflächengestaltung macht dieser Gang in noch höherem Mas
den Eindruck grösserer Länge in westöstlicher Richtung als d
Wirklichkeit entspricht. Das ist aber nur Schein, da derselbe vo
der Oberfläche nicht durch einen einzigen und wagerechten Schnit
sondern durch zwei schräge, von oben-aussen nach der Mitt
unten zu laufende angeschnitten wird (vergl. Fig. 40). Das kerbe

förmige Thal, in welchem wir uns befinden, verläuft nämlich diesmal nicht, wie sonst häufig, an der Kontaktfläche zwischen Jura und Tuff, sondern fast mitten durch die Seele des senkrecht stehenden Ganges. Der im Thale stehende Beobachter sieht daher nicht nur an einer einzigen Seite im Gehänge einen schrägen Schnitt durch den Gang, sondern er sieht zu seiner Rechten wie zu seiner Linken je einen solchen, auf ihn zu laufenden schrägen Schnitt, wie die obenstehende Figur zeigt.

Da die Tuffmasse im vorliegenden Falle weicher ist als der Weiss-Jurakalk, in welchem sie als Gang aufsetzt, so bildet sie im Gehänge die obenerwähnte, in dasselbe eingesenkte Vertiefung. Auf dem westlichen Thalgehänge dürfte sich letztere etwas höher bergauf ziehen, d. h. der Tuffgang erstreckt sich von der Thalmitte aus etwas weiter gegen W., als gegen O. Hier auf dem östlichen Gehänge ist das Ende der Senke und damit des Tuffganges bald durch Weiss-Juramassen gekennzeichnet, die in der Streichungsrichtung plötzlich an die Stelle des Tuffes treten.

65. Der Maar-Tuffgang des Karpfenbühl.

Gerade südlich von Dettingen im Ermsthale liegt die steil abfallende N.-Spitze der St. Johann-Halbinsel, etwa 1 km von diesem Orte entfernt. Weiss-Jura δ und ε bilden die Hochfläche der Halbinsel. Dem Fusse dieser ihrer N.-Spitze vorgelagert erhebt sich aus oberstem Braun-Jura ein weithin sichtbarer, wenn auch kleiner, steilabfallender, kegelförmiger Berg, der Karpfenbühl[1].

Dieser Karpfenbühl besteht aus festem ungeschichtetem Tuffe, welcher auf dem Gipfel in nackten Felsen ansteht. Grosse Weiss-Jurablöcke fehlen hier im Tuffe; es treten wesentlich nur solche bis zu Kopfgrösse in ihm auf; sie reichen bis δ.

Betrachtet man den Tuffberg von W. oder O. her, so sieht man, dass derselbe im S., da wo er sich an den Steilabfall der Alb lehnt, von diesem durch eine Einsattelung abgeschnürt ist. Dieselbe verdankt ihre Entstehung der weichen Beschaffenheit der Weiss-Jura α-Mergel, welche hier anstehen, vielfach auch von oben abgerutscht auf Oberem Braun-Jura in Hügeln liegen. Diesen Mergeln entspringt eine Quelle.

---

[1] Das Wort Karpfenbühl klingt ganz sinnlos; es ist entstanden aus Calvarienbühl. Ed. Schwarz, Reine natürliche Geographie von Würtemberg. Stuttgart 1832. S. 148.

Während der Karpfenbühl hier im S. keine grosse Höhe besitzt, fällt er im N. merklich tiefer hinab. Deutlich lässt sich dort erkennen, dass der Tuff sich bis an und noch etwas jenseits des Weges hinabzieht, welcher an dem Fusse des Bühls vorbeiläuft. Dort im N. grenzt der Tuff an oberen Braun-Jura, im S. dagegen an Weiss-Jura α. Auch nach O. und W. hin stellt sich bald der den Tuffgang umhüllende Braun-Juramantel ein.

Es liegt uns also ein Tuffberg von ungefähr kreisförmigem Querschnitte vor, welcher sich auf oberem Braun-Jura erhebt, im S. jedoch an Weiss-Jura α anlehnt. Wie man sieht, sind die Anschnitte nicht derart, dass man in zweifelloser Deutlichkeit einen in die Tiefe hinabsetzenden Tuffgang mit körperlichen Augen erkennen kann.

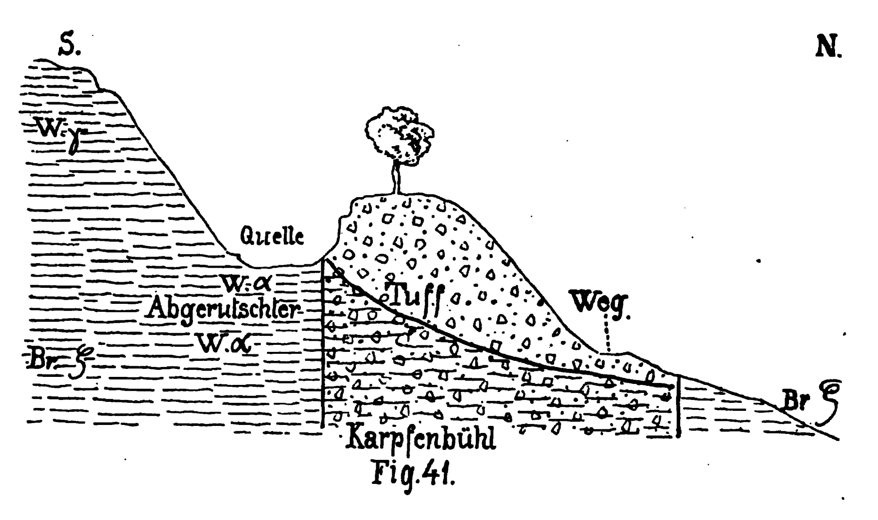


Fig.41.

Wenn das nun aber auch nicht möglich ist, so kann doch vor dem geistigen Auge diese Tuffmasse in keinem anderen Lichte erscheinen als alle jene anderen, deren Gangnatur sich zweifellos ersehen lässt. Eine von oben abgestürzte Masse kann es nicht sein. Zwar wäre ihre Grösse kein unbedingtes Hindernis für eine solche Annahme. Aber dann müsste weiter oben am Steilabfalle doch ein gewaltiger Tuffgang aufsetzen, was nicht der Fall ist. Eine durch Eis oder Wasser zur Diluvialzeit angeschwemmte Masse kann es gleichfalls unmöglich sein, wie wir in einem späteren Abschnitte sehen werden. So bleibt nichts anderes übrig, als die Annahme, dass wir den mauerartig emporragenden Kopf eines in die Tiefe niedersetzenden Ganges vor uns haben, die verkleinerte Wiederholung des Conradsfelsens (No. 47).

Der Tuff des Karpfenbühl ist entschieden massig. Allerdings sieht man am SO.-Abhange, gewissermassen an seiner Rückseite, übereinander zwei etwas geneigt nach O. verlaufende glatte Fugen. Sie schliessen eine ungefähr $1^1/_2$ m dicke Bank ein, welche auch nicht eine Andeutung von weiterer Schichtung zeigt. Ferner hören diese Fugen sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite hin auf, haben also nur einen verhältnismässig kurzen Verlauf. Endlich dürften sie nicht ganz parallel verlaufen; und die obere ist zudem weniger ausgedehnt als die untere. So sehr sie daher auch das Auge auf sich ziehen mögen, man darf in ihnen doch nur eine plattenförmige Absonderung sehen, wie solche ja manchmal bei Eruptivgesteinen in viel häufigerer Wiederholung ausgebildet ist.

Die Beschaffenheit des Tuffes ist bemerkenswert. Er hat zwar die gewöhnliche Breccienstruktur unserer Tuffe, ist aber dadurch ausgezeichnet, dass er an dem ganzen Vorkommen sehr stark oolithisch ausgebildet ist. Die Körner sind bisweilen so gross wie Erbsen, der Regel nach aber sehr viel kleiner und enthalten dann sehr häufig im Innern einen gelben, weil eisenhaltigen Kern. Dadurch bekommen viele Stellen des Tuffes ein gelbpunktiertes Aussehen. Grössere gelbe Massen lassen erkennen, dass diese Flecke aus Olivin hervorgegangen sind. Solche chondritische Struktur zeigt sich vielfach bei unseren Tuffen, hier aber ganz besonders deutlich.

An der N.-Seite des Karpfenbühl findet sich an zwei Stellen ein Tuff von besonders dichter Beschaffenheit, so dass man irre wird, ob man auch noch Tuff und nicht schon die äusserste Spitze einer Apophyse von Basalt im zersetzten Zustande vor sich habe. Doch muss man das Gestein immer noch als Tuff ansprechen. Auch z. B. am obersten Gange der Gutenberger Steige No. 45 findet sich Gleiches. Vielleicht liegt der Basalt hier nur in geringer Tiefe.

Im Jahre 1824 hat Schübler beim Karpfenbühl an der steilen Südwand einen so starken polaren Magnetismus beobachtet, dass der N.-Pol der Magnetnadel anstatt nach N. gegen S. zeigte. Jedenfalls kann das nur an einer ganz bestimmten, seitdem weggebrochenen und verschwundenen Stelle des Tuffelsens gewesen sein, welche viel Magneteisen enthielt, denn weder Quenstedt noch ich haben diese Beobachtung bestätigen können.

66. Das Tuffvorkommen südöstlich neben dem Karpfenbühl.

Ganz nahe dem Karpfenbühl und etwa auf gleicher Höhe mit seinem Fusse liegt südöstlich von ersterem ein kleiner Hügel. Der-

selbe trägt eine Kappe, die aus abgerutschten Mergeln des Weiss-Jura α besteht. An den Seiten des Hügels bringen Maulwürfe Tuff aus der Tiefe herauf. Kleine feste Stücke dagegen, welche umherliegen, dürften dem Karpfenbühl entstammen.

Ich glaube nicht, dass es sich bei diesem ganzen, wenn auch kleinen Hügel um eine abgestürzte Masse handeln kann. Vom Karpfenbühl liegt sie doch, trotz der Nähe, für solche Annahme zu weit entfernt, und oben am Steilabfalle der Alb ist kein Tuff bekannt, von dem sie herrühren könnte. Es scheint daher auch hier ein selbständiger kleiner Gang vorzuliegen.

67. Der Maar-Tuffgang am Pfaubrunnen.

Während das soeben erwähnte kleine Tuffvorkommen südöstlich vom Karpfenbühl liegt, findet sich das hier zu besprechende in westsüdwestlicher Richtung etwa $^3/_4$ km von demselben entfernt. Wie der Tuff des Karpfenbühl, so tritt auch dieser an der Grenze zwischen Oberem Braun-Jura und Unterem Weiss-Jura auf, hart am N.-Fusse der Alb.

Etwas oberhalb des Pfaubrunnens, wie die Karte sagt, oder des Saubrunnens, wie er im Munde der Leute heisst, liegt die betreffende Örtlichkeit. Es beginnt hier, vielleicht bezeichnenderweise, der Wasserriss, welcher nach NW. hinabzieht; denn die Tuffe führen Wasser, freilich die Jurathone ebenfalls. Gleich oberhalb dieser Stelle zieht sich die untere Grenze des den Steilabfall bedeckenden Waldes dahin. Darauf folgt nach abwärts ein Streifen berasten Geländes, unterhalb dieses liegen dann die Äcker.

Auf letzteren findet man zwar zahlreiche Weiss-Jurastücke, sie sind jedoch nur herabgerollt, denn Pflug und Hacke holen überall aus dem Untergrunde Braun-Jurathon hervor. Dagegen zeigt sich oben, bereits im Walde, eine kleine Bodenanschwellung, 50 Schritte breit. Hier steht Tuff an; derselbe wird in dem Graben aufgeschlossen, welcher auf der Grenze zwischen Wald und berastem Gelände verläuft.

Die Lagerungsverhältnisse sind verschleiert. Nach Analogie mit so zahlreichen anderen Vorkommen aber liegt gewiss auch ein Tuffgang vor.

68. Der Maar-Tuffgang am Bürzlenberge bei Eningen.

Etwa 1 km östlich von Eningen, welches auf Mittlerem Braun-Jura liegt, ragt mauerförmig der nach W. gekehrte Steilabfall der St. Johann-Halbinsel der Alb empor. Deren Hochfläche wird hier

durch Weiss-Jura δ gebildet. Eine ganze Anzahl von Thalrinnen bezw. Wasserläufen schneidet in diese Mauer ein, dieselbe in einzelne Lappen zerteilend. Zu letzteren gehören auch die beiden Lappen des Drachenberges und Buchreins, welche fingerförmig nach W. vorspringen. Das zwischen ihnen eingeschnittene Thal hat mindestens in seinem oberen, uns hier allein interessierenden Teile, die Gestalt einer Kerbe. Es besitzt also keinerlei horizontalen, aufgeschütteten Thalboden, schneidet sich mithin noch immer tiefer ein.

Am rechten Ufer dieses Thales nun und zugleich am S.-Fusse des nördlichsten der beiden Lappen findet sich ein bereits Schübler bekannt gewesenes Vorkommen von Basalttuff. Dasselbe wird als die Sandgrube am Bürzlen oder Bützlesberge bezeichnet. Die gegenwärtige Gestaltung desselben ist die folgende:

Stellt man sich im Thale gerade gegenüber diesem Vorkommen auf, so dass man nach N. schaut, so sieht man, dass dasselbe kugelknopfförmig aus dem S.-Abhange der Alb hervorspringt; genau so wie der Lichtenstein No. 71 und andere unserer Tuffe. Man glaubt eine an den Abhang angelagerte Masse vor sich zu sehen, in Wirklichkeit aber ist es ein Tuffgang rundlichen Querschnittes, welcher den Jura senkrecht durchsetzt (Fig. 43).

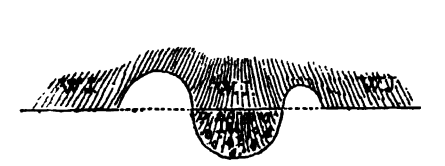
Die untenstehende Skizze erläutert, auf welche Weise das Knopfförmige entstanden ist: Die Tuffmasse, welche scheinbar an den aus Unterem Weiss-Jura gebildeten Bergabhang nur angelagert ist, lag ursprünglich mit letzterem in einer Ebene. Indem nun aber die Gewässer sich rechts und links von dem Tuffe in der Kontaktfläche zwischen diesem und dem Weiss-Jura eingefressen haben, bildete sich rechts (östlich) ein bis jetzt noch weniger tiefes, links (westlich) ein verhältnismässig grösseres Thal.

Wäre nun der Tuff nur angelagert, so würde die Erosion bald die hinter ihm stehende Bergwand entblössen: Wir hätten also erstens eine kugelknopfförmige Masse, welche in der vorderen Hälfte aus Tuff, in der hinteren aus Weiss-Jura besteht. Zweitens aber könnte der Tuff nur vor, ausserhalb der Grenze der früheren Bergwand liegen (Fig. 42). Setzt indessen hier ein Gang rundlichen Querschnittes senkrecht durch den Weiss-Jura, so besteht erstens der Kugelknopf vorn und hinten aus Tuff und zweitens liegt er innerhalb der Grenze der früheren Bergwand (Fig. 43). Letzteres ist hier der Fall, folglich haben wir einen Gang vor uns.

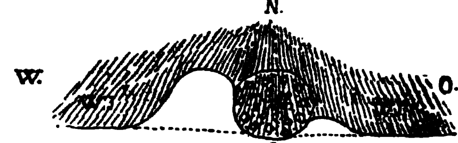
An der westlichen Seite der Tuffmasse hat die Thalbildung tiefer in den Bergabhang hineingegriffen und eine breite Höhlung

ausgefressen, durch welche nun die Kontaktfläche zwischen Tuff und Weiss-Jura an dieser Seite zerstört ist. An der östlichen Seite ist das in viel geringerem Masse der Fall. Man sieht hier, aus dem Gehängeschutt emportauchend, an verschiedenen Stellen die horizontalen Schichten des anstehenden Unteren Weiss-Jura bis nahe an den Tuff herantreten. Es bedürfte nur eines Schurfes, um sogleich den Kontakt freizulegen.

Ich sagte oben, dass das den Bützlenberg im S. begrenzende Thal keine wagerechte Sohle besitze, sondern noch in weiterer Vertiefung begriffen sei. Seine gegenwärtige Tiefe ist daher das Werk der Jetztzeit. Nun geht der Tuff anstehend bis in diese jetzige Thalsohle hinab. Er kann mithin nicht in diluvialer Epoche durch Wasser oder Eis an den damaligen Bergabhang angelagert worden



Verhalten einer angelagerten Tuffmasse
Fig. 42



Tuffgang am Bützlesberg, zugleich: Verhalten einer eingelagerten Tuffmasse
Fig. 43.

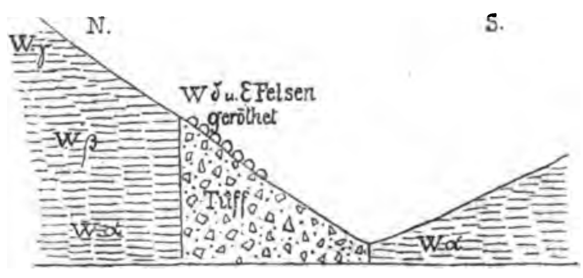
sein; denn das Thal hat sich seit jener Zeit vertieft und seine Sohle müsste in diesem Falle in die Unterlage des Tuffes, den Weiss-Jura α, eingeschnitten sein, während der Tuff hoch oben am Gehänge kleben würde. Da letzteres nicht der Fall ist, keine Unterlage des Tuffes zum Vorschein kommt, vielmehr der Tuff bis in die Sohle hinabsetzt, so kann derselbe auch aus diesem Grunde nur in Form eines saigeren Ganges gelagert sein.

Aus dem oben geschilderten Verhalten der kugelknopfförmigen Tuffmasse, sowie aus dem Hinabsetzen derselben bis in die gegenwärtige Thalsohle geht daher mit Sicherheit hervor, dass auch hier am Bützlenberge ein senkrecht in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vorliegt. Derselbe besitzt rundlichen Querschnitt mit einem Durchmesser von etwa 200 Schritt. Der ihm zu Grunde liegende Ausbruchskanal mündete sicher einst als Maar oben auf

der, an dieser Stelle nun abgetragenen Hochfläche der Alb.

Wenn man an dem steilen, berasten Abhange der Tuffmasse in die Höhe klimmt, so findet man auf dem oberen Teile viel Kalkschutt liegen, welcher z. T. stark gerötet ist (Fig. 44). Dass man sich hier noch im Tuffgebiete befindet, welches nur durch diese Blockhülle verdeckt ist, geht daraus hervor, dass sich inmitten der Kalksteine Glimmer zeigt, sowie dass seitlich am Berge, nach Westen hin, in demselben Niveau Tuff blossgelegt ist. Noch weiter bergaufwärts stehen dagegen Schichten des Weissen Jura β und später von γ an.

Die rote Farbe ist metamorph, z. T. durch die Hitze des Tuffes; aber das gilt nur von den mässig geröteten Stücken. Dieselben



Bützlesberg
Fig. 44.

finden sich auch in den Schurren, welche westlich vom Tuffe im Weiss-Jura niedergehen. Die intensiv rotgefärbten und z. T. schon zu ebensolcher roter Erde zerfallenden verdanken diese Umwandlung offenbar einem Zersetzungsprozesse durch die Atmosphärilien. Ganz dieselben zwei Arten der Umwandlung kann man am obersten Gange an der Gutenberger Steige No. 45 beobachten, nur dass die starke Rötung durch Zersetzung dort in einer Spalte vor sich geht, während sie am Bützlenberg an der Tagesfläche erfolgt. Diese Erscheinung erinnert lebhaft an die Bildung der Terra rossa, jenes ebenso feuerroten Verwitterungsbodens südeuropäischer Kalke, denn der Eindruck ist ganz derselbe. Es drängt sich aber in gleicher Weise auch die Vorstellung auf, dass die Bildung der Bohnerze mit einem derartigen Verwitterungsvorgange in Verbindung stehen möchte.

Die Kalkstücke des Weiss-Jura, welche sich auf und in dem Tuffe des Bützlenberges finden, verweisen bis auf die ε-Stufe hinauf. Diese muss mithin früher einmal hier angestanden haben, während

jetzt die nächstgelegene Hochfläche der Alb nur noch durch δ gekrönt ist und ε erst weiter landeinwärts sich auf dieser erhebt. Im Tuffe selbst liegen vorwiegend kleinere Kalkstücke; die zahlreichen grossen an der Oberfläche des Berges gehören wohl wesentlich dem Schuttmantel dieses Tuffes an.

An Auswürflingen ist der Tuff des Bützlenberges gegenüber den meisten unserer anderen Vorkommen ganz ausnahmsweise reich. Hornblende und Magnesia-Glimmer sind sehr häufig. Nicht im selben Masse der Augit. Dazu gesellen sich rundliche Stücke von Basalt, die jedoch sicher nicht im Wasser gerollt sind, wie Quenstedt wohl andeuten will[1], sondern ihrer Eigenschaft als Spielball bei dem Ausbruche die ungefähre Abrundung verdanken. Man möchte, da solche Basaltstücke nicht häufig in unseren Tuffen vorkommen, daraus schliessen, dass der Basaltkern in nicht grosser Tiefe unter der Erdoberfläche liegt. Granit ist selten; wir holten ein Stückchen aus dem Tuffe heraus. Herr Pfarrer Gussmann in Eningen besitzt ein etwas grösseres, welches durch die Grösse, in welcher seine Gemengteile, namentlich der helle Glimmer, auftreten, an Pegmatit mahnt. Doch ist es wohl nicht ganz ausgeschlossen, dass dieses nicht von Herrn Gussmann selbst gefundene Stück vom benachbarten Rangenbergle stammen könnte, welcher massenhaft Granit führt.

Eine Schichtung ist nirgends im Tuffe zu sehen. Wohl aber macht sich eine unregelmässige Absonderung, teils im Sinne des steilen Bergabhanges, teils auch in anderen Richtungen bemerklich.

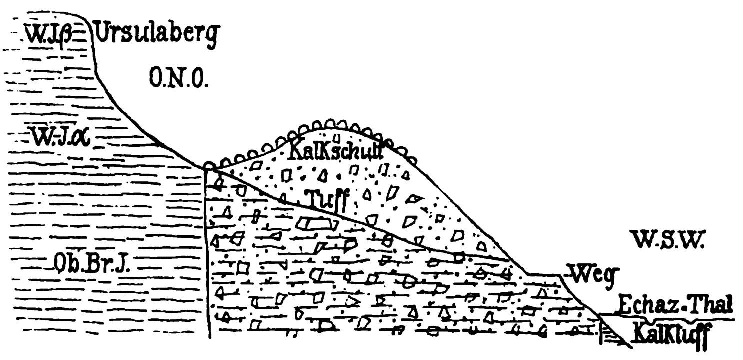
69. Der Maar-Tuffgang des Kugelbergle am Ursulaberg.

Südlich von Eningen bildet der Ursulaberg einen bereits fast ganz durch die Erosion von der Alb abgeschnürten, spornförmigen Vorsprung der St. Johann-Halbinsel. Dem Fusse dieses Ursulaberges ist an dem steilen SW.-Abfalle das Kugelbergle vorgelagert, dessen Name schon ohne weitere Beschreibung sein kugelknopfförmiges Hervorspringen aus dem Gehänge in das Echazthal hinein andeutet.

Wie die vier im vorhergehenden beschriebenen Tuffvorkommen, so erscheint auch dieses etwa an der Grenze zwischen Oberem Braun-Jura und Unterem Weiss-Jura. Die Art des Auftretens ist genau wie bei dem Karpfenbühl. Ganz wie dieser, so ist auch das Kugelbergle im Echazthal von dem Unteren Weiss-Jura, an den er sich mit dem Rücken lehnt, durch eine Einsenkung geschieden, welche noch nicht

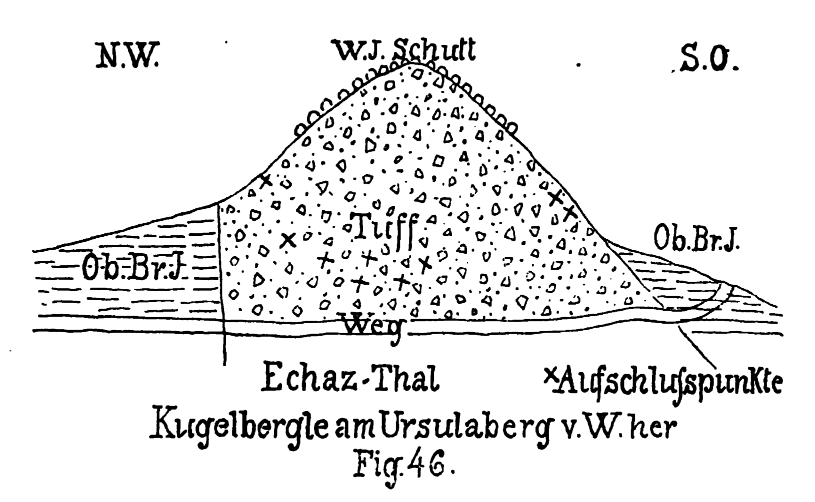
[1] Begleitworte zu Blatt Urach S. 13. No. 2.

bis auf den Oberen Braun-Jura hindurch eingeschnitten ist, wogegen sich an der entgegengesetzten, hier SW.-Seite, der Tuff tief hinabzieht. Nur darin weichen beide Vorkommen oberflächlich ab, dass der Tuff am Karpfenbühl auf dem Gipfel frei zu Tage tritt. Dagegen



Kugelbergle am Ursulaberg v. N.W. her
Fig. 45.

ist er hier mit der gewohnten Kappe von Weiss-Jura-Schutt, bis zu δ hinauf reichen seine Stücke, bedeckt, welche sich nach allen Seiten



Kugelbergle am Ursulaberg v. W. her
Fig. 46.

wie ein Überguss hinabzieht. Unter dieser tritt der vulkanische Tuff nur an der W.- und NW.-Seite an einer Anzahl von Punkten zu Tage, welche in untenstehender Fig. 46 mit × bezeichnet sind. An der W.- bezw. SW.-Seite steht er übrigens bis an

den dort vorüberführenden Weg hinab an, und jedenfalls auch noch bis in die nicht viel tiefer gelegene, mit Kalktuff erfüllte Thalsohle hinab.

Wenn man Fig. 45 betrachtet, so fällt sogleich die Ähnlichkeit der Lagerungsverhältnisse mit denen des Egelsberges No. 79 und anderer auf. Wie dort, so finden wir auch hier den Tuff nur an der Bachseite sich tief bis in die Thalsohle hinabziehend. An der NW.-Seite dagegen steht am Kugelbergle, wie dort, der Braun-Jura in sehr viel höherem Niveau an. Es liegt also hier wie in anderen Fällen ein in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vor, dessen Ausbruchsröhrenwand an der Thalseite ganz tief durch die Thalbildung abgeschält ist, während sie an den anderen Seiten sich noch in ihren unteren Teilen erhalten hat.

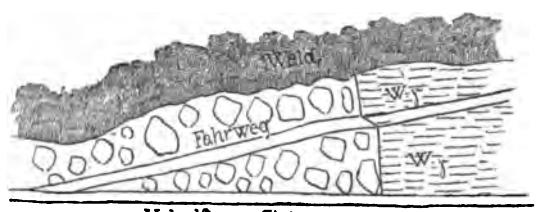
So lange man das nicht erkannt hat, wird man in solchen Fällen einen Juraberg vor sich zu sehen glauben, dessen Oberfläche durch einen schrägen, von hinten-oben nach vorn-unten geführten Erosionsschnitt beseitigt und durch Tuff ersetzt wurde. Man hält daher diesen Tuff für aufgelagert auf die schräge Oberfläche des Jura. So verhält sich die Sache z. B. beim Egelsberg No. 79, beim Georgenberg No. 121, beim Metzinger Weinberg No. 102, beim Kräuterbühl No. 92, bei dem Bühl SW. von Frickenhausen No. 97. Selbstverständlich ist bei jedem derselben die Erscheinung ein wenig anders; der Typus aber ist stets derselbe.

70. Der Maar-Tuffgang am Burgstein.

Scheinbar ganz ähnlich wie das Vorkommen des Kugelbergle am Ursulaberg No. 69 ist dasjenige gestaltet, welches durch die Steige von Unterhausen nach Holzelfingen angeschnitten wird. Hier wie dort ein aus dem Steilabfall herausspringender kugelknopfförmiger Berg, welcher an der Rückseite gewissermassen aus dem Steilabfall herauswächst. Während aber dort dieser Kegel bereits ganz aus Tuff, bezw. aus der Weiss-Jura-Schuttkappe desselben besteht, während also dort der Tuffgang bis auf die Anwachsstelle bereits mehr oder weniger von seinem Weiss-Jura-Mantel befreit, aus demselben herausgeschält wurde, ist hier der Kegel ausser der Anwachsstelle im W. auch an seiner N.- und O.-Seite aus anstehendem Weiss-Jura aufgebaut, und nur an der SO.-Flanke erscheint der Tuff, bezw. dessen Schuttdecke. Er bildet also einen erst an einer Seite angeschnittenen Gang. So sind die Ähnlichkeiten in der Gestalt und dem Auftreten

beider nur äusserlicher Natur. Auch ist das Vorkommen am Ursulaberge in höherem Masse kugelknopfförmig hervorspringend.

Folgt man der Holzelfinger Steige von Unterhausen an aufwärts, so windet man sich mit derselben um die W.-, N.-, dann O.-Seite desjenigen Berges herum, dessen Gipfel der Burgstein genannt wird. Die Steige schneidet hierbei Weiss-Jura α, dann anscheinend wenig mächtiges β an. Im letzteren Horizonte umfährt sie den am Fusse des Burgsteins gegen O. hinausspringenden kugelknopfförmigen Berg. Da, wo sie zu der SO.-Seite desselben scharf umbiegt, tritt sie in γ ein. Sofort aber hört dieses, senkrecht ziemlich geradlinig abgeschnitten, auf und eine aus ε- und δ-Blöcken bestehende Schuttmasse erscheint (Fig. 47). Diese lässt sich ungefähr 200 Schritte weit an der Strasse verfolgen, um dann ebenso plötzlich wieder den fast wagerechten γ-Schichten das Feld zu räumen. Also ein an der



Holzelfinger Steige
Fig. 47.

SO.-Flanke sich herabwälzender Schuttstrom von 200 Schritt Breite zwischen zwei senkrecht abgeschnittenen Weiss-Jura-γ-Mauern. Dieser Schuttstrom ist nichts anderes als der Schuttmantel des Tuffganges.

Die Steige läuft hier hoch über der Thalsohle, welche bis in das α einschneidet, an dem sehr steilen, dicht bewaldeten Gehänge entlang. Könnte man an letzterem abwärts bis in das Thal hinunter die Verhältnisse genauer erkennen, so würde man sehen, wie der Schuttstrom sich in derselben Breite bis in die Thalsohle hinabzieht, eingefasst rechts und links von den Mauern des Weiss-Jura β und α.

Diesen Schuttstrom durchschneidet nun die sanft bergan steigende Strasse und enthüllt dabei an mehreren Stellen, freilich in wenig merklicher Weise, den unter demselben verborgenen Tuff. In letzterem, dessen Dasein an der Böschung durch Nachgraben mit vollster Sicherheit festgestellt wurde, lagen Stücke eines roten, weicheren, thonigen, glimmerreichen Gesteines. Ob dem Buntsandstein angehörig?

Es kann nach dem Gesagten keinem Zweifel unterliegen, dass wir auch hier einen senkrecht in die Tiefe niedersetzenden Tuffgang vor uns haben, welcher den Weiss-Jura durchbohrt und an seiner SO.-Seite von dem Steilabfalle angeschnitten wird, während er an den anderen Seiten noch im Körper der Alb steckt.

III. Die 53 am Fusse und im Vorlande der Alb gelegenen Maar-Tuffgänge. No. 71—124.

Während die oben auf der Hochfläche der Alb gelegenen 38 Maare nur im Gebiete des Weiss-Jura erscheinen, während dann weiter die 32 am Steilabfalle der Alb befindlichen teils oben in dem Niveau des Weiss-Jura, teils bereits unten in demjenigen des Braun-Jura zu Tage treten, erheben sich die 53 nun zu betrachtenden, dem Vorlande der Alb angehörigen aus Braunem Jura, aus Lias und bei dem nördlichsten von allen sogar aus Keuper-Gebiet.

Wie in jeder der beiden vorhergehenden Abteilungen, so beginnen wir auch hier die Betrachtung mit den im O. gelegenen Punkten und gehen von da nach W. weiter. Wie ich ferner die in der vorhergehenden Abteilung besprochenen, am Steilabfalle der Alb auftretenden Tuffgänge in drei geographische Gebietsabschnitte gebracht habe, welche durch Fluss- bezw. Bachläufe getrennt sind, so teile ich nun die im Vorlande auftretenden in ganz entsprechende Gruppen wie dort; denn die den Steilrand zerschneidenden, dem Neckar zufliessenden Bäche durchfurchen ja auch das diesem vorgelagerte Gebiet. Indem sich jedoch in letzterem noch neue Wasserläufe einschalten, ergeben sich gegenüber den drei Gebietsabschnitten dort hier im Vorlande deren sieben, nämlich die folgenden von O. nach W.:

A. Auf dem rechten Neckarufer.

O.

III a. Das zwischen dem Butzbach und der Lindach gelegene Gebiet mit 6 vulkanischen Punkten. No. 71—76. Blätter Göppingen und Kirchheim u. T.

III b. Das zwischen der Lindach und der Kirchheimer Lauter gelegene Gebiet mit 11 vulkanischen Punkten. No. 77—87. Blatt Kirchheim u. T.

III c. Das zwischen der Kirchheimer Lauter und dem Tiefenbach gelegene Gebiet mit 5 vulkanischen Punkten. No. 88—92. Blatt Kirchheim u. T.

W.

O. III d. Das zwischen dem Tiefenbach und der Steinach gelegene Gebiet mit 4 vulkanischen Punkten. No. 93—96. Blatt Kirchheim u. T.

III e. Das zwischen der Steinach und der Erms gelegene Gebiet mit 22 vulkanischen Punkten. No. 97—118. Blatt Kirchheim u. T.

III f. Das zwischen der Erms und der Echaz gelegene Gebiet mit 2 vulkanischen Punkten. No. 119—120. Blatt Urach.

III g. Das zwischen der Echaz und der Wiesaz gelegene Gebiet mit 3 vulkanischen Punkten. No. 121—123. Blatt Tübingen.
W.

B. Auf dem linken Neckarufer.

III h. Das vereinzelt im N. gelegene Vorkommen bei Scharnhausen südöstlich von Stuttgart. No. 124. Blatt Kirchheim u. T.

III a. Die am Fusse und im Vorlande der Alb, zwischen dem Butzbach und der Lindach gelegenen Maar-Tuffgänge.

Von den in diesem Abschnitt des Geländes auftretenden 5 vulkanischen Massen gehören 5 dem Blatt Göppingen an. Es sind das in von S. nach N. verlaufender Reihenfolge: Der Lichtenstein und der Gang an der Sonnenhalde, beide bei Neidlingen; der Punkt am Dobelwasen; der Aichelberg mit 2 Gängen. Zu diesen gesellt sich als sechster: der Kraftrain, im NW. von jenen bereits auf Blatt Kirchheim u. T. gelegen.

71. Der Maar-Tuffgang des Lichtenstein bei Neidlingen.

An der westlichen Grenze des Blattes Göppingen verläuft in NW.-Richtung der Lindach-Bach, welcher dann bei Weilheim auf das Blatt Kirchheim übertritt. Nördlich von dem im Thale der Lindach liegenden Dorfe Neidlingen wird das rechte Thalgehänge durch Braun-Jura α und β gebildet. Aus diesem Gehänge springt ein kegelförmiger Berg hervor, gleich einem Kugelknopfe in das Thal hineinragend. Er heisst der Lichtenberg[1]. Derselbe besteht aus vulkanischem Tuff

[1] Ich entnehme einer freundlichen Zuschrift des Herrn Pfarrer Dr. Engel, dass dieser Name in der That der offizielle des Berges ist. Danach ist also die von manchen Arbeitern gebrauchte Bezeichnung „Buzzenberg“, welche von mir in einer früheren Arbeit (diese Jahresh. 1893. Sonderabdruck. S. 17, Anm.) angewendet wurde, zu streichen.

und ist auf der geognostischen Karte in Gestalt eines grossen dreieckigen Fleckes eingezeichnet.

Die genauere Untersuchung dieses Vorkommens ergiebt jedoch, dass es sich hier in Wirklichkeit um zwei von einander getrennte Vorkommen handelt, von welchen namentlich das später zu besprechende, nördlicher gelegene, sehr viel kleinere in ausgezeichneter Weise das gangförmige Auftreten des Tuffes im Braunen Jura β sofort erkennen lässt.

Anders liegen die Verhältnisse bei dem Lichtenberg. Die so sehr viel grössere Masse desselben und sein Aufbau aus Tuff und Braunem Jura bedingen zunächst eine Begehung des ganzen Berges, bevor man über die Lagerung ins Klare kommt. Dann aber zeigt sich auch hier mit zweifelloser Sicherheit, dass der aus Tuff bestehende Teil des Lichtenberges nichts anderes ist, als ein mächtiger, in die Tiefe niedersetzender Gang rundlichen Querschnittes.

Zum besseren Verständnis der Lagerungsweise dieser Lichtenberger Tuffmasse wollen wir unsere Aufstellung nehmen auf der am Fusse derselben entlang führenden Weilheim-Neidlinger Strasse. Diese verläuft nicht neben, sondern in der wagerechten Thalsohle, so dass wir, dem Berge gegenüberstehend, von demselben durch einen Streifen Alluviums getrennt sind. Es ergiebt sich hier das in der folgenden Fig. 48 dargestellte Bild, auf welchem auch der nachher zu besprechende kleine Gang eingezeichnet ist.

Die Gesamtmasse des Berges bildet einen Kegel, welcher aus dem Gehänge heraus dem Beschauer entgegenspringt, so dass rechts und links von demselben das aus Unterem Braunen Jura bestehende Thalgehänge zurücktritt. Auf der rechten südlichen, wie linken nördlichen Seite ist der Kegel je durch ein an dem Gehänge sich hinabziehendes Thal begrenzt.

Keineswegs nun besteht die ganze, zwischen diesen beiden Thälern liegende Bergmasse aus Tuff, wie das die geologische Karte von Württemberg angiebt. Vielmehr wird der rechte, südliche Abhang des Berges, bis hinauf zu bedeutender Höhe, durch Braun-Jura α und β gebildet. In derselben Deutlichkeit zeigen sich aber auch auf dem linken, nördlichen Abhange die Thone des Braun-Jura α. Das darüber folgende β ist hier, am Bergabhange selbst, nicht mehr vorhanden. Es steht erst an dem, durch die Herausschälung des Lichtenberges jetzt in den Hintergrund gerückten Thalgehänge an. Der ganze mittlere Teil der Bergmasse, welcher sich zwischen diesen links und rechts platzgreifenden Jurabildungen befindet, besteht dagegen aus Tuff.

Es lässt sich also ein breiter Streifen Tuff vom Gipfel an, welcher die gewöhnliche Kappe von Weiss-Juraschutt trägt, bis fast hinab in die wagerechte Thalsohle verfolgen. Rechts wie links wird dieser Streifen in ziemlich gerader Linie von Thonboden des Braun-Jura eingefasst.

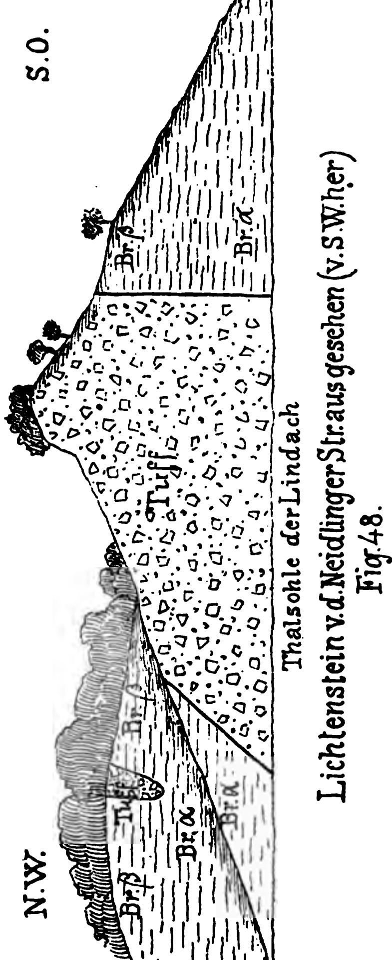


Fig. 48.
Lichtenstein v. d. Neidlinger Str. aus gesehen (v. S.W. her)

Auch orographisch bringt sich das härtere Tuffgestein gegenüber den dasselbe auf beiden Seiten flankierenden weicheren Thonen zur Geltung: Es bildet nämlich der Tuff einen etwas erhöhten, breit abgestumpften Grat, welcher am Berggehänge gegen SW. hinabzieht.

Eine solche Lagerung lässt sich ungezwungen nur als gangförmiges Vorkommen deuten, wenn auch Aufschlüsse fehlen und nur der Ackerboden uns leiten kann. Völlig unstatthaft ist die Annahme, dass etwa der Tuff hier an das aus Unterem Braun-Jura aufgebaute Gehänge des Lindachthales angelagert sei. Diese Annahme wäre nur dann überhaupt ernsthaft in Erwägung zu ziehen, wenn der g a n z e, knopfförmig aus dem Gehänge vorspringende Berg, also auch seine rechte und linke Flanke, von oben bis unten aus Tuff beständen. Diese Flanken bestehen aber in ihrem unteren Teile aus Braun-Jura.

Eher dagegen könnte auch hier, wie z. B. am Egelsberg, No. 79, und in anderen Fällen, eingeworfen werden, dass der Tuff an der unteren Bergflanke gar nicht in Wirklichkeit anstehe, sondern nur von oben her in grossen Massen hinabgerutscht sei und so die unter seiner Decke anstehenden Jurathone verhülle.

Da der Berg mit Weingärten bedeckt ist, so fehlt es natürlich

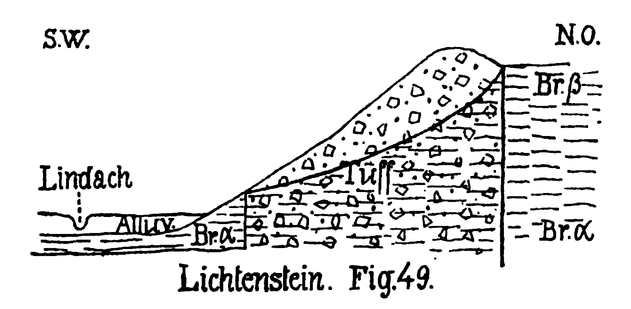
gerade auf diesem kostbaren Gelände an grösseren Aufschlüssen, welche diese Frage sicher entscheiden könnten. Allein bereits die Anlage der Weinberge bedingt eine so tiefe Umarbeitung des Erdreichs, dass ein etwa unter dem Tuff anstehender Jurathon gewiss, wenigstens hier und da, an die Oberfläche gebracht worden wäre. Sodann aber lässt sich auch hier, wie beim Egelsberg, ein solcher Einwurf mit der Frage entkräften, warum denn der Tuff gerade nur nach dieser einen, dem Beschauer zugewendeten, Seite abgerutscht sei; warum er nicht auch die anderen Flanken des Berges überschüttet habe, wenn er doch durch seine Schwere und durch Regen hinabgespült sei.

Noch ein weiteres Bedenken könnte geltend gemacht werden: Ich sagte oben, dass der Tuff vom Gipfel „fast" bis an die Thalsohle hinabreicht. Dem Beschauer wird in der Natur dies Verhältnis sofort klar aus der Verwertung des Bodens: Soweit der Tuff sich hinabzieht, sind Weingärten auf demselben angelegt. Diese letzteren aber erreichen nicht ganz die Thalsohle, indem sich der Thon der letzteren und das auf ihm betriebene Ackerland noch einige Meter am Abhange hinaufziehen.

Ist nun dieses Tuffvorkommen ein gangförmiges, so würde man einwerfen können, dass der Tuff in diesem Falle nicht nur ganz bis in die Thalsohle hinab, sondern auch noch über dieselbe hinwegsetzen müsse, das Thal durchquerend. Gegen einen solchen Einwurf ist zunächst geltend zu machen, dass der Thalboden eine horizontale Ebene bildet, d. h. mit Alluvium bedeckt ist, so dass ein das Thal etwa durchsetzender Gang überhaupt von den alluvialen Bildungen zugedeckt sein müsste, also gar nicht sichtbar wäre. Zweitens aber würde dieser Einwurf von der irrigen Vorstellung ausgehen, dass der in Rede stehende Tuffgang ein langgestreckter, plattenförmiger Gang mit deutlich ausgesprochener Streichrichtung sei.

Das ist jedoch bei unseren Gängen nur ganz ausnahmsweise der Fall. Dieselben besitzen im Gegenteil meistens einen mehr oder weniger kreisähnlichen Querschnitt, denn sie sind nichts anderes als die mit Tuff erfüllten, in die Tiefe hinabsetzenden, stielförmigen Kanäle von Maaren. Ein solcher Kanalgang besitzt aber gar keine Streichungsrichtung, d. h. keine vorherrschende Längserstreckung. Nur wenn er ovalen Querschnitt hat, ist eine solche etwas ausgebildet. Abgesehen von seinem Niedersetzen in die Tiefe hört er also nach allen Richtungen hin, nach welchen man ihn verfolgt, bald auf, so dass man überall bald auf sein Nebengestein stösst.

Zweifellos liegt auch in dem Tuff des Lichtenberges ein derartiger Kanalgang von ungefähr rundlichem Umrisse vor uns. Dieser Gang nun reicht gar nicht bis an den im Alluvium stehenden Beschauer heran, er reicht auch nicht einmal bis an den Beginn der wagerechten Thalsohle hin. Er endet vielmehr noch im untersten Teile des Thalgehänges, bevor letzteres in das Alluvium übergeht. Die schräge, auf den Beschauer zulaufende Fläche des Thalgehänges ist die Schnittfläche, durch welche der säulenförmige Gang schräg von hinten-oben nach vorn-unten durchgeschnitten wird. Daher kommt es, dass der den Gang umgebende Mantel von Braun-Juragestein in den verschiedenen Himmelsrichtungen in ganz verschiedenem Masse durch die Erosion abgeschält ist. Am höchsten hinauf ragt derselbe an der dem Beschauer abgewendeten, östlichen Seite des Ganges, also da, wo letzterer sich an das Thalgehänge lehnt.



Lichtenstein. Fig. 49.

Hier steckt der Gang noch im Gestein. Hier ist also der Mantel noch bis hoch in den Braunen Jura β hinauf erhalten. Schon stärker abgetragen ist er auf der rechten, südlichen Seite und noch mehr auf der linken, nördlichen; hier besteht der Mantel nur noch aus Braun-Jura α; das β ist schon abgeschält. Am stärksten hat aber erklärlicherweise die Abtragung auf der dem Beschauer zugewendeten, westlichen Seite des Ganges gewirkt, denn das ist die Thalseite. Hier geht die Schnittfläche des Ganges fast bis auf die Thalsohle hernieder, soweit eben der Gang sich hier bis auf den Beschauer zu erstreckt. Da der Gang nun nicht ganz bis an den Beginn der Thalsohle sich ausdehnt, so muss natürlich hier vorn der Jurathon sich noch eine kleine Strecke weit bergauf ziehen. Diese Verhältnisse werden durch das obige, zu dem in Fig. 48 gegebenen rechtwinkelig stehende Profil No. 49 erläutert.

Es bleibt nach dem Gesagten als einzige ungezwungene Deutung der Lagerungsverhältnisse nur diejenige,

dass der Tuff am Lichtenstein ein in die Tiefe niedersetzender Tuffgang rundlichen Querschnittes ist; und dass der Ausbruch stattfand zu einer Zeit, in welcher sich hier noch die Alb befand.

Die grosse, aus Weiss-Jurablöcken bestehende Kappe des Tuffberges, welche δ- und ε-Gestein führt, das sich hier etwa im Niveau der Ornatenthone befindet, während es zur Zeit des Ausbruches doch offenbar in dem ihm zukommenden, so viel höheren Niveau anstand — diese Kappe beweist, dass hier einst die Alb stand. QUENSTEDT hebt auch das Auftreten von ζ-Platten hervor, so dass also in jener Zeit auch diese höchste Stufe hier noch angestanden haben muss. Auch durch die im Tuffe selbst liegenden Kalkstücke wird natürlich das ehemalige Vorhandensein der Alb an dieser Stelle dargethan.

72. Der Maar-Tuffgang an der Sonnenhalde.

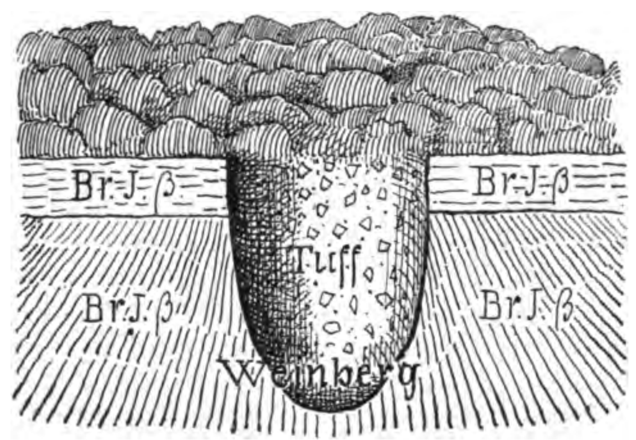
Der soeben besprochene Lichtenberg wird im N. durch einen kleinen Wasserriss begrenzt, welcher von seinem Anfang bis zum Ende im Unteren Braun-Jura ausgefurcht ist. Auch wenn man diesen Wasserriss überschreitet, dann steht hier, nördlich des Lichtenberges, am Gehänge des Lindachthales überall Unterer Braun-Jura an, nicht aber, wie die geologische Karte von Württemberg angiebt, Tuff. Erst weiterhin tritt ein zweiter, gegenüber der grossen Tuffmasse des Lichtenberges ganz kleiner Tuffgang auf, welcher aber in vorzüglicher Weise angeschnitten ist. Derselbe ist bereits auf der Fig. 48 S. 339 links vom Lichtenberge zu erkennen und unten in Fig. 50 grösser dargestellt[1].

Die betreffende Stelle befindet sich nördlich nahe dem Lichtenberge. Der untere Teil des Thalgehänges ist dort mit Weinbergen bedeckt, der obere mit Wald. Da nun, wo oben die Weinberge aufhören und der Wald beginnt, befindet sich der Aufschluss. Man sieht die Schichten des Braun-Jura β in horizontaler Lagerung und diese senkrecht durchsetzt von einem 30 Schritte breiten Tuffgange. Der Kontakt lässt sich an beiden Salbändern mit völligster Schärfe erkennen. Von einer durch Hitze bewirkten Umwandlung des Braunen Jura ist nichts zu sehen. Die dunklere Färbung und weichere Be-

[1] Die Zeichnung Fig. 50 ist leider nicht recht klar. Sie soll einen, auf den Beschauer schräg zulaufenden Bergabhang darstellen, durch welchen der saigere Tuffgang ovalen Querschnittes schräg von hinten — oben nach unten — vorn durchschnitten wird. Daher die radiale Schattierung des Abhanges. Der obere Teil des Profiles dagegen, am Waldrande, ist senkrecht aufgeschlossen.

schaffenheit, welche der letztere im Kontakte besitzt, dürfen wohl nur der Einwirkung des Wassers zugeschrieben werden, welches sich auf dieser, senkrecht in die Tiefe setzenden Grenze beider Gesteinsarten hinabzog. Der Thon würde durch Hitze im Gegenteil gehärtet worden sein müssen. Auf dieselbe Ursache möchte ich auch die an beiden Salbändern sich einstellende Zersetzung des Tuffes selbst in eine thonige, schmierige Masse zurückführen.

Obgleich nun die Lagerung hier eine so zweifellose ist, dass niemand die Gangnatur dieses Tuffes bestreiten könnte, so liess ich doch am Salbande den Tuff mit der Hacke aus dem Gangraum



Gang a.d. Sonnenhalde bei Neidlingen
Fig. 50.

herausarbeiten. Es ergab sich, wie nicht anders zu erwarten war, dass der Tuff sich wirklich in das Berginnere hineinzieht.

Der Gang ist an jener Stelle, an welcher er aufgeschlossen und angeschnitten ist, 30 Schritt breit. Verfolgt man denselben aber in seinem Verlaufe thalabwärts in den Weinbergen, so findet man, dass er allmählich schmäler wird. Wenn auch nicht mehr aufgeschlossen, so kann man ihn doch an der Beschaffenheit des Ackerbodens genau erkennen und vom Braun-Jura-Boden unterscheiden. Stets kommt man, wenn man den Gang hier in der Horizontale am Thalgehänge überquert, aus Braun-Jura-Boden durch Tuffacker hindurch und dann wieder in Braun-Jura-Boden. Innerhalb des untersten Weinberges hört der Gang aber auf; am oberen Ende desselben misst er noch

12—15 Schritt in der Breite, dann verschwindet er. Es liegt also nicht etwa eine sich auskeilende langgestreckte Spalte vor, sondern der Gang endet breit, stumpf; d. h. auch hier haben wir einen tufferfüllten Ausbruchskanal rundlichen Querschnittes. Wie weit sich der Gang in entgegengesetzter Richtung bergaufwärts in den Wald hinaufzieht, konnte ich nicht feststellen. Weit wird er sich kaum mehr ausdehnen.

Es zeigt sich mithin bei diesem kleinen Gange ganz dieselbe Erscheinung, wie bei dem so bedeutend viel grösseren des nahe benachbarten Lichtenberges: Beide werden durch das Gehänge des Lindachthales schräg angeschnitten, beide setzen nicht nur nicht durch das Lindachthal hindurch, sondern endigen noch innerhalb des Thalgehänges; beide sind also nicht lang hinstreichende, plattenförmige Gänge, nicht Ausfüllungen von Spalten, sondern von Röhren oder Kanälen.

Auch in diesem Falle also ist durch die Lagerungsverhältnisse sicher dargethan, dass ein in die Tiefe hinabsetzender Gang vulkanischen Tuffes vorliegt, welcher jetzt im Unteren Braun-Jura β erscheint. Da dieser Tuff aber Weiss-Jura-Brocken führt, so ist auch hier wieder bewiesen, dass sich zur Zeit des Ausbruches die Alb noch an dieser Stelle befunden haben muss.

73. Das Tuffvorkommen nahe dem Dobelwasen, östlich von Weilheim.

Genau nördlich vom Lichtenberge, in einer Entfernung von ungefähr 3 km, liegt an der Westgrenze des Blattes Göppingen ein weiteres Vorkommen vulkanischen Tuffes. Dasselbe findet sich hier ebenfalls im Braun-Jura α und wird in der Sektionsbeschreibung des Blattes Göppingen mit einigen Worten erwähnt. Auch ich vermag über dasselbe nichts auszusagen, da dieses Vorkommen völlig eingeebnet ist, vor allem aber, weil es in gleicher Weise wie das umgebende Braun-Jura-Gelände als mit alten Obstbäumen bestandene Wiese benutzt wird. Der dichte Rasen, von welchem zudem seit langen Zeiten sorgfältig alle Steine abgelesen worden sind, verhindert jegliche Erkenntnis des unterliegenden Gesteines. Am sichersten erreicht man den Punkt, wenn man Weilheim auf der nach Zell führenden Strasse verlässt und bald darauf bei der Ziegelei dem nach Osten sich abzweigenden Wege folgt. Derselbe leitet bis zu dem Vorkommen hin.

74. 75. Die beiden Maar-Tuffgänge des Aichelberges.

Der Aichelberg erhebt sich, 3 km in nordöstlicher Richtung von Weilheim entfernt, als ein länglicher, von Süden nach Norden gestreckter, zweihöckeriger Bergrücken bis zu 605 m Meereshöhe. Am Nordende desselben liegt auf halber Höhe das Dorf Aichelberg.

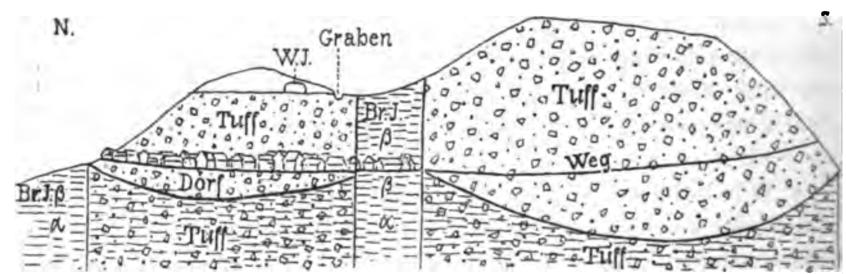
Wie in vielen anderen Fällen, so besteht auch hier der Fuss des Berges, aber nicht bis zur Höhe des Dorfes hinauf, aus Unterem Braun-Jura; die obere Hälfte des Bergrückens dagegen aus Tuff, welcher jedoch an vielen Stellen eine Kappe mächtiger Schuttmassen von Weiss-Jura trägt. Wie in vielen anderen Fällen ist daher auch hier zunächst die Frage offen, ob ein in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vorliegt, welcher den Braun-Jura durchsetzt, oder ob wir nur eine dem letzteren aufgelagerte Tuffmasse vor uns haben; genauer ausgedrückt, ob wir zwei Tuffgänge bezw. zwei aufgelagerte Tuffmassen vor uns haben. Die geologische Karte von Württemberg giebt allerdings nur ein einziges grosses Tuffvorkommen an, ganz wie beim Bölle bei Reudern (No. 90, 91). Genau aber wie dort in dem Berge zwei getrennte Tuffgänge stecken, so ist das auch hier der Fall.

Wir beginnen unsere Untersuchung am nördlichen Ende des Berges, an welchem sich hart hinter und über dem Dorfe ein Steinbruch befindet. Bei dem Aufstiege durch das Dorf hinauf zu dem Bruche zeigt sich noch hinter einem der letzten Häuser anstehender Braun-Jura. Gleich darüber öffnet sich der grosse Bruch, in welchem Weiss-Jura-Blöcke gewonnen werden. Die ganze Giebelseite des Bergrückens bis oben zur Höhe hinauf ist hier geöffnet. Wir sehen ein gewaltiges Haufwerk dicht auf- und ineinander gepackter Weiss-Jura-Blöcke, teils von riesiger Grösse, teils feinerer Schutt zwischen diesen, so dass keinerlei leere Zwischenräume übrig bleiben. Die meisten der grösseren gehören dem γ und δ an; α ist vorhanden, jedoch weil weich meistens in kleinen Stücken; ob auch ε vertreten ist, war zur Zeit nicht zu entscheiden. Das Gestein, selbst von α, ist vielfach so hart, dass man dasselbe für verändert halten möchte. Ein oolithisches, dunkles Gestein gehört wohl dem α an, es ist ähnlich wie bei der Lochen. Gerötete Stücke fehlen ganz.

Sicher ist diese wirre Schuttmasse nicht etwa einst bei dem Ausbruche aus anstehendem Zustande hochgeblasen worden und dann hier niedergestürzt. Vielmehr ist das Ganze nur ein Überrest der Wandung der Ausbruchsröhre, also des Weiss-Jura-Mantels, welcher früher hier hoch über diesem Niveau — denn wir befinden uns in

demjenigen des Braun-Jura α — den Tuffgang umgab und nun allmählich mit der Abtragung des letzteren in immer niedrigere Lage hinabsank.

An verschiedenen Stellen ist dieser Mantel fadenscheinig geworden, so dass der Tuff hier herausschauen kann. Das ist z. B. der Fall oben in der Höhe des Steinbruchs, woselbst ein grosser Block roten Bohnerzthones in demselben liegt. Auch weiter unten am Steinbruch, auf der Westkante desselben, erscheint etwas Tuff, vielleicht nur von oben abgerutscht. Dann aber finden wir ihn angeschnitten an der Westflanke des Berges, und zwar an der dort wagerecht den Berg umlaufenden und das Dorf durchziehenden Fahrstrasse. Im Dorfe selbst ist das der Fall hinter dem Hause No. 33 und dem daneben liegenden Wirtshause zum Lamm.



Die 2 Tuffgänge des Aichelberg v. W.her.
Fig. 51.

Ich habe bereits erwähnt, dass der langgestreckte Rücken des Berges zweispitzig ist, wie das Fig. 51 zeigt. Der vordere niedrigere nördliche Gipfel ist nämlich durch eine tiefe Einkerbung von dem höheren längeren südlichen geschieden. In dieser Senke steht auf dem Rücken des Berges Braun-Jura β an, während dicht nördlich, in dem alten Wallgraben, im selben Niveau vulkanischer Tuff aufgeschlossen ist und dieser sich auch südlich sehr bald einstellt. Wenn man nun von diesem Sattel aus auf der Ostflanke oder auf der Westflanke in das Dorf hinabsteigt, so zeigt sich hier wie dort Braun-Jura, während nördlich wie südlich davon an beiden Flanken Tuff ansteht.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass in Wirklichkeit nicht, wie die Karte von Württemberg angiebt, ein, sondern dass zwei Tuffgänge vorhanden sind, ein kleinerer nördlicher und ein grösserer südlicher, welche durch eine schmale Scheidewand von

Braun-Jura getrennt werden. Also genau dieselben Verhältnisse wie beim Doppelgange des Altenberg No. 93 und Engelberg No. 94 und anderen Gangpaaren unseres Gebietes [1].

Wandern wir nun auf dem Kamme entlang, so finden wir oben vorwiegend den Weiss-Jura-Schuttmantel, in welchem einige ganz absonderlich grosse Kalkschollen liegen. Vor allem gilt letzteres von der Westflanke des nördlichen Ganges, auf welcher neben dem oben erwähnten Wallgraben ein solcher Riesenblock herausragt. Wie aber am Nordende des Aichelberges ein grosser Steinbruch diesen Mantel anschneidet, so ist das auch an dem Südende des Berges der Fall. Hier findet man vier z. T. verlassene Steinbrüche in verschiedener Höhenlage. Die einen zeigen vorwiegend die Kalkblöcke des Schuttmantels, die anderen vorwiegend den Tuff.

Besondere Beachtung verdienen die beiden tiefstgelegenen dieser Brüche. Der grössere, obere derselben führt nämlich ausser grossen Blöcken von Weiss-Jura auch an einer Stelle ein Haufwerk kleiner Kalksteine, welche bei oberflächlicher Betrachtung wie Gerölle eines Baches erscheinen. Bei näherem Zusehen aber erweisen sie sich doch nicht entsprechend gerundet, sondern es sind Flächen angeschliffen und auch Eindrücke vorhanden. Letztere sind wohl auf dieselbe Weise entstanden wie die Eindrücke in Geröllen der schweizerischen Nagelfluhe, nämlich durch die auflösende Thätigkeit des Wassers in der Ablagerung. Dieser Umstand könnte daher nichts gegen eine ursprüngliche Rollung derselben im Wasser beweisen. Wohl aber gilt das von den angeschliffenen Flächen und der mangelhaften Rundung der vermeintlichen Gerölle. Die ganze Gestalt dieser Kalksteinchen erinnert an diejenige der Granite in unseren Tuffen, welche ebenfalls durch den langen Weg, den sie beim Auswurf zurücklegten, rundlich werden und welche hierbei gleichfalls bisweilen Flächen erhalten. Rechnet man nun hinzu, dass diese Steinchen keineswegs eine Schicht bilden, sondern nur auf einem Haufen zusammenliegen, so wird man in denselben nichts anderes erkennen wollen, als einen Auswurf.

An dem tiefstgelegenen dieser vier Brüche, gerade an der Ecke, an welcher der Weg in denselben hineinführt, liegt ganz feiner Aschentuff über grobkörnigerem. Ich halte das aber ebenfalls nicht für eine Ablagerung aus Wasser, sondern für subaërische Schichtung, entstanden an einer kleinen Stelle in dem grossen Kanale.

---

[1] s. später „Paarweise Maare und Maar-Tuffgänge".

Ziemlich hart unterhalb dieses untersten Bruches steht Braun-Jura α an. Hier ist also der Mantel des Tuffganges noch erhalten. Folgt man abwärts dem Fahrwege, welcher dort von O. nach W. verläuft und später an der W.-Flanke des Berges nach Aichelberg führt, so lässt sich ein scharfer Kontakt zwischen dem Thon des Unteren Braun-Jura und dem Tuff in gerader Linie aus der oberen Wegschlinge in die tiefere hinein verfolgen, wie Fig. 52 zeigt. Derartiges Auftreten lässt sich unmöglich durch An- oder Auflagerung erklären, sondern nur durch gangförmige Lagerung.

Aus Obigem ergiebt sich mithin, dass sich früher die Alb über diese Gegenden ausdehnte, dass durch vulkanische Ausbrüche hier nebeneinander zwei senkrecht stehende Tuffgänge erzeugt wurden. Der nördliche mehr von rundem, der südliche mehr von ovalem Querschnitte; beide aber dicht nebeneinander liegend, nur getrennt durch ein schmales Band von Braun-Jura β. Ob diese beiden Gänge sich in der Tiefe zu einem einzigen vereinigen? Das wäre ja möglich. In diesem Falle würden dieselben nicht genau senkrecht stehen, sondern nach oben hin divergieren, also oben auf der Alb zur Zeit, als diese sich hier noch ausdehnte, weiter von einander entfernt gewesen sein als heute der Braun-Jura α und β.



Aichelberg, südl. Ende.
Fig. 52.

76. Der Maar-Tuffgang des Kraftrain.

Das unbedeutende vulkanische Vorkommen am Kraftrain hat doch für die Erkenntnis der Entstehung unserer Tuffe einen besonderen Wert, weil es mit einem Basaltgange vergesellschaftet ist. Nächst der Tuffmasse bei Scharnhausen (No. 124) ist diejenige des Kraftrain der am meisten nach N. vorgeschobene unserer vulkanischen Punkte. Sie liegt auf kaum 8 km südlicherer Breite als jene und zwar im Gebiete des mittleren Lias, ungefähr 8 km nordöstlich von Kirchheim u. T., ganz nahe an der von dort nach Schlierbach führenden Strasse.

In dieser Gegend hat ein kleiner Bach sein Bett in die liassischen Schichten gegraben, vom ζ bis in das δ, γ hinab einschneidend. Das rechte Thalgehänge dieses Baches bildet eine Steilwand. Schein-

bar angelagert an letztere liegt dort eine Tuffmasse, kugelknopfförmig aus dem Gehänge in das Thal hinein vorspringend. Sie ragt, 32 m hoch, von der Thalsohle bis auf die Höhe der Lias ε-Fläche empor. Dort oben ist sie von letzterer nicht durch eine Einsenkung abgeschnürt, sondern ihre Oberfläche geht in diejenige des Lias ohne Unterbrechung über. Die Breite an der Basis beträgt etwa 200 Schritt. Ein Steinbruch schliesst das Innere dieser Tuffmasse in ihrer ganzen Mächtigkeit von der Thalsohle bis zur Höhe auf und zeigt den gewöhnlichen massigen Tuff. Die Hinterwand des Bruches ist fast senkrecht und wäre unersteiglich, wenn nicht der von oben herabgeschwemmte Verwitterungsboden des Oberen Lias einen Schuttkegel an der Wand aufbaute. So kann man die Tuffwand in der Nähe untersuchen. Zahllose Weiss-Jurastücke sitzen in dem vulkanischen Gesteine. Gerötete fehlen; dafür aber sind viele eigentümlich gehärtete und innen krystallinisch gewordene vorhanden, entschieden in grösserer Anzahl, als fast an allen anderen Orten. Selbst das Kiesel δ — oben liegt ein grosser Block desselben — macht den Eindruck, als sei es noch weiter durch die Hitze verkieselt oder doch gehärtet, wie beim Randecker Maar (No. 39). Zuckerförmiger Kalk hat wohl ursprünglich diese Beschaffenheit, gehört also wohl der ε-Stufe an. Das ist hervorzuheben, denn den nördlichst gelegenen Punkten fehlt meist das ε. Die anderwärts so zahlreichen Stücke des Braun-Jura sind seltener. Auch Keuper, Granit und Bohnerz fand ich nicht. Indessen will das gar nichts sagen; die Wand ist altersgeschwärzt und von dem ganzen Gange ist doch nur ein winziger Teil seiner Höhe aufgeschlossen. Auch das ist hervorzuheben, dass oben auf dem Gipfel keine grossen Weiss-Jurablöcke umherliegen. Aber diese können längst abgelesen und zu Strassenmaterial verwendet sein. Von Mineralien ist eine grössere Glimmerplatte erwähnenswert. Ganz unten links im Bruche steht ein völlig oolithischer Tuff an, welcher sich von dem anderen gewöhnlichen stark unterscheidet.

Der Kontakt mit dem Lias ist schwer zu erkennen. Einmal ist der ganze Hügel mit Tannen angeschont. Zweitens springt er kugelknopfförmig aus dem Gehänge heraus, er ist also zu beiden Seiten bereits frei, nicht mehr von Lias flankiert. Dadurch erweckt er eben den Anschein, als sei er an das Gehänge angelagert. Eine solche Annahme würde auch nicht durch die Thatsache widerlegt werden, dass man oben auf der Höhe den Kontakt ungefähr erkennen kann: Von dem vorderen Rande des Bruches aus geht man etwa

30 Schritte weit östlich in den Wald hinein; dann hört plötzlich der Tuffboden auf und Lias ε beginnt. Dieses Verhalten stimmt sowohl mit Anlagerung an den Lias wie auch mit durchgreifender Lagerung durch denselben überein.

Trotzdem lässt sich darthun, dass es sich hier um letztere handelt. Zunächst ist hier hervorzuheben, dass der Tuff bis in die Thalsohle hinabsetzt. Da die Herausarbeitung zu deren jetziger Tiefe sicher erst jüngeren Datums ist, so muss ein in alter Zeit hier angelagerter Tuff auch auf der alten Thalsohle, d. h. einer höher gelegenen, damals noch weniger tief eingeschnitten gewesenen, gelegen haben. Die heutige Thalsohle dagegen dürfte er gar nicht berühren. Es müsste vielmehr am heutigen Profil des Thalgehänges unter dem Tuffe seine liassische Unterlage angeschnitten sein. Das ist aber nicht der Fall. Der Tuff reicht bis in die Thalsohle hinab.

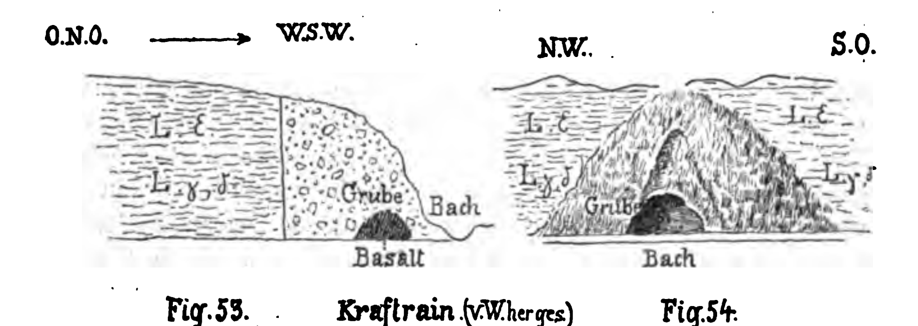


Fig. 53. Kraftrain (v. W. herges.) Fig. 54.

Er wird auch zu jeder späteren Zeit immer noch bis auf die jedesmalige, tiefer und tiefer gerückte Thalsohle niedergehen, weil er eben als senkrechter Gang an dieser Stelle hinabsetzt.

Unwiderleglich wird das aber bewiesen durch das Auftreten eines Basaltganges in diesem Tuffgange. Der Abbau desselben misslang, da er zu tief lag, erst nahe der Thalsohle erschien. Jetzt ist freilich, bis auf die im Wege liegenden Stücke, nichts mehr von ihm zu sehen, da die herabgespülten Massen den Boden des Steinbruches bedeckt haben.

So ergiebt sich also: Das Hinabsetzen des Tuffes bis in die heutige Thalsohle, sowie das Auftreten eines Basaltganges in dieser Tuffmasse beweisen unwiderleglich, dass hier ein in die Tiefe niedersetzender, saigerer Tuffgang vorliegt. Aus den im Tuffe ein-

geschlossenen Stücken des Weiss-Jura, welche bis zum ε hinaufreichen, geht dann ferner hervor, dass sich hier zur Zeit des Ausbruches noch die Alb erhob.

IIIb. Die im Vorlande der Alb, zwischen der Lindach und der Kirchheimer Lauter gelegenen Maar-Tuffgänge.

In diesem Abschnitte des Geländes liegen vier Punkte westlich von Weilheim: Die Limburg, der Egelsberg, der Dachsbühl und das neue Vorkommen am Ehnisbach. Sodann finden sich drei Punkte südlich von Bissingen: Der Nabel, ein ganz nahe bei diesem an der Steige nach Ochsenwangen liegender Gang, endlich der Hahnenkamm. Dieser letztere ist zwar dem Steilabfalle der Alb bereits so nahe gerückt, dass er eher bei dieser Abteilung abgehandelt werden müsste. Die nahe Lage zu jenen beiden macht jedoch seine Besprechung an dieser Stelle wünschenswert. Eine dritte Gruppe von vulkanischen Punkten bilden die um den N.-Fuss der Teck gelegenen Götzenbrühl, Hohenbohl, auf dem Bürgli und ein namenloses am O.-Abhange der Teck. Sie sind freilich alle der Teck so nahe gerückt, dass man sie mit dieser zusammenfassen möchte. Das geht jedoch nicht an, da nur der Teckgang oben auf der Alb liegt. Ich musste daher diese von jenem trennen. Obgleich auch hier die beiden erstgenannten mehr im Vorlande, die beiden letztgenannten noch am Steilabfall der Alb liegen, behandle ich alle vier doch hier in derselben Abteilung.

Die Gruppe westlich von Weilheim.

Limburg; Dachsbühl; Egelsberg; das Vorkommen am Ehnisbach.

77. Der Maar-Tuffgang der Limburg.

Als ein von allen Seiten freistehender Kegel erhebt sich 1 km südlich von Weilheim der Berg, welcher einst die Limburg trug. Über die ihn umgebende Ebene, etwa 220 m hoch emporragend, besitzt er eine Meereshöhe von 597 m. Wie in so vielen Fällen in unserem Gebiete, so ist auch der Sockel des Limburgberges, bis zu mehr als seiner halben Höhe hinauf, aus sedimentären Schichten gebildet, so dass nur ungefähr die letzten 70 m vulkanischen Gesteines sind. Während aber bei den im benachbarten Egelsberg No. 79 und Dachsbühl No. 78 nur Braun-Jura α den Sockel des Berges bildet, baut sich der letztere hier aus dem ganzen α, β und γ

auf[1]. Auf diesem an Höhe und Umfang bedeutenden Unterbau liegt dann eine Tuffkappe von ovalem Umriss, die lange Achse von SW. nach NO. gerichtet.

Um diese Tuffmasse kennen zu lernen besteigt man am besten den Berg mittels des Weges, welcher sich von der Fahrstrasse Weilheim-Bissingen abzweigt. Dieser an der NW.-Seite des Kegels steil aufsteigende Weg geht über den sedimentären Sockel hinauf. Ungefähr im Niveau der vulkanischen Kappe angekommen, endet der Weg und mündet in einen zweiten ein, welcher in ungefähr wagerechter Lage an der W.-, S.- und O.-Seite den Berg umkreist. Dieser neue Horizontalweg schneidet weiterhin an einer ganzen Anzahl von Stellen in den Tuff ein und schliesst letzteren vorzüglich und auf weite Erstreckung hin auf.

Wir folgen diesem Wege. Dass wir uns wirklich schon im Niveau des Tuffes befinden, könnte man zunächst bezweifeln; denn fast auf der ganzen W.-Seite finden wir nur Mergel des Weiss-Jura α angeschnitten, welche ganz den Eindruck erwecken, als seien sie anstehend. Das kann aber nicht sein; denn wir sind noch nicht in seinem Niveau; auch hatte bereits das oberste Ende jenes ersteren steilen Weges in tieferer Lage in den Tuff eingeschnitten, welcher Hornblende und schlackiges Magneteisen führt. Offenbar also handelt es sich hier nur um den Schuttmantel von Weiss-Jura, welcher den Tuff verhüllt. In diesem liegen ja oft riesige Fetzen von Weiss-Jura-Gestein, unter Umständen auch ganze herabgerutschte Massen, welche dann wie anstehend erscheinen. Dass dem wirklich so ist, lehren auch die gelben Stücke von Weiss-Jura ε, welche mitten in diesen α-Mergeln oder gar unter denselben liegen. Weiterhin am Südende des Berges treffen wir dann über dem Weiss-Jura-Schutt Stücke gelben Thones. Dieselben erinnern wohl etwas an Bohnerz, Thon, führen aber kein Bohnerz; sie scheinen aus zersetztem Weiss-Jura ε hervorgegangen zu sein. An anderen Stellen finden sich Fetzen echten Bohnerz-Thones.

Ich meine nun keineswegs, dass diese ungeheuren Schuttmassen, welche uns hier den Tuffkern verhüllen, einst bei dem Ausbruche in die Höhe geschleudert wurden und dann zerschmettert hinabstürzten. Ich habe vielmehr absichtlich den Ausdruck „abgerutscht“ gebraucht; denn wir stehen vor der einstigen Weiss-Jura-Wand des

[1] Das γ ist nicht deutlich aufgeschlossen, sondern von oben her überschüttet.

Tuffganges, welche nicht beim Ausbruche, sondern erst in jüngster Zeit in sich zusammengebrochen ist. Man stelle sich nur vor, dass dieser Tuffgang einst mitten in der Alb steckte. Letztere wurde mehr und mehr von dem Gange abgeschält. Zuletzt umgab sie nur noch als eine dünne Mauer[1] den Gang, und begann nun einzustürzen. Teilweise fielen die Massen nach aussen und wurden am Bergabhange zu Thale gespült. Teilweise fielen sie auf die Tuffmasse, an welche sie sich ja lehnten. So kommt es, dass ganze zusammenhängende Partien jetzt wie anstehend auf dem Tuffe liegen können, aber doch nicht mehr anstehen.

In gleicher Weise sind die oben auf dem Gipfel liegenden Blöcke von Weiss-Jura ε nicht emporgeschleudertes, sondern nur herabgerutschtes, abgebrochenes Material.

Kehren wir nun zu unserem Horizontalwege zurück. Da, wo sich derselbe bald zur Ostseite des Berges herumbiegen will, liegt mitten in der Jura-Trümmermasse ein Fetzen wohlgeschichteten Tuffes, etwa 4 Köpfe gross. Das erklärt sich leicht: Der Schuttmantel ist hier bereits sehr dünn geworden, der Tuff liegt also schon dicht unter seiner Oberfläche. Auch unterhalb unseres Weges, in etwas tieferem Niveau, schaut hier und da der Tuff heraus aus dieser Hülle.

Noch weiter hin am Wege ist dann die dünne Hülle durch den Weg ganz zerschnitten worden, so dass wir nun am anstehenden Tuffe entlang gehen. Auch hier treffen wir, wie z. B. am Hohbohl (No. 86), Götzenbrühl (No. 87) und anderen, inmitten dieses massigen Tuffes nicht nur die gewöhnlichen Fremdgesteine, sondern auch Einschlüsse eines anderen Tuffes, welcher grau und körnig ist. Dieser letztere ist mithin älter, als der ihn einschliessende. Er muss auch bereits verfestigt gewesen sein, als er von dem jüngeren Tuffe eingeschlossen wurde; denn anderenfalls wäre er beim Emporgeworfenwerden auseinandergefallen.

Es handelt sich mithin in diesem, wie in allen derartigen, allerdings seltenen Fällen in unserem Gebiete um zwei zeitlich verschiedene Ausbrüche aus einem und demselben Kanale.

Keineswegs dagegen ist eine solche Annahme nötig zur Erklärung des oben erwähnten geschichteten Tuffeinschlusses in dem

[1] Selbstverständlich ist dieser Vorgang nicht in der oben geschilderten Regelmässigkeit vor sich gegangen. Die Mauer des Ganges, bezw. die denselben zunächst umgebenden Enden der Juraschichten, werden an einer Seite früher, an der anderen später diesem Schicksal unterworfen geworden sein.



den Tuff bedeckenden Mantel von Weiss-Jura-Schutt. Letzterer ist niemals emporgeschleudert worden, wie das oben dargelegt wurde. Er besteht vielmehr aus den Resten einer eingefallenen Wand, welche dann allmählich auf dem Tuffe abwärts rutschten. Daher ist es sehr erklärlich, wenn in diesen Schutt einige Tuffstücke gerieten, welche ebenfalls abrutschten. Dass der Tuff in diesem Falle geschichtet ist, hat für eine solche Erklärung keine Bedeutung. Wohl aber ist die Schichtung bemerkenswert deshalb, weil wir aus ihr ersehen, dass sich einst an dieser Stelle, als die Alb hier noch stand, hoch oben ein Maar befand, dessen Kessel sich in einen Maarsee verwandelt hatte.

In diese selbe Reihe von Erscheinungen gehört auch der von Deffner erwähnte Umstand, dass man zwischen den verstürzten Weiss-Jurafelsen fossile Reste von Wiederkäuern gefunden habe: *Cervus elaphus*, *Cervus capreolus*, *Bos*, *Capra*. Ob Deffner mit dem Worte „fossil" andeuten will, dass dieselben diluvialen Alters seien, geht aus seiner kurzen Bemerkung nicht hervor. Ebenso sagt er bei dem zweiten derartigen Funde am Grafenberg[1] auch nur „ein fossiles gewöhnliches Hirschgeweih". Alluviale Tierreste werden nicht als fossil bezeichnet; also muss man folgern, dass Deffner sie für diluvial ansieht, um so mehr, als er vom Grafenberg berichtet, dass das Hirschgeweih in diluvialem Lehm eingebettet gewesen sei. Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Kollegen E. Fraas sind diese in Stuttgart aufbewahrten Reste aber nicht diluvial, sondern ganz jugendlichen Alters. Die Frage ist übrigens für den vorliegenden Fall bedeutungslos, insofern als ebensogut zur diluvialen wie zur alluvialen Zeit diese Tiere oben auf der Alb, als diese sich damals hier ausdehnte, verendet und ihre Knochen dann später in die immer mehr thalwärts abrutschenden Schuttmassen geraten sein können.

Noch weiterhin zeigt sich dann an der Südostseite des Berges Tuff aufgeschlossen; ebenso findet man ihn an der Nordseite, nur ist er hier stärker mit Weiss-Jura gemengt.

Graf Mandelsloh führt an, dass in dem Tuffe Granit gefunden worden sei; jedenfalls gehört er hier zu den seltenen Erfunden. Aber dieser Tuff ist eben noch sehr wenig aufgeschlossen. Wer kann sagen, wie sich der im Innern des Berges befindliche Tuff in dieser Beziehung verhält?

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt die Untersuchung

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 27 und 28.

der Lagerungsverhältnisse keinen zwingenden Beweis dafür, dass hier ein Tuffgang vorliegt. Wer letzteres nicht glauben mag, der kann annehmen, dass der Tuff dem Braun-Jura aufgelagert sei. Nun kann aber, wie später gezeigt werden wird, von Anschwemmung durch Wasser oder Eis keine Rede sein. Man dürfte also nur annehmen, dass der Tuff des Limburgberges subaërisch aufgeschüttet sei, also den gewöhnlichen Aschenkegel eines echten Vulkanes darstelle.

Die Gründe, welche indessen auch gegen eine solche Auffassung sprechen, sind die folgenden: Zunächst lässt es sich hierbei nicht erklären, auf welche Weise der Tuff zu der mantelförmigen Einhüllung durch den Schutt gekommen ist. Wie und durch welche Kraft soll sich denn rings um den auf Braun-Jura γ-Gebiet subaërisch aufgeschütteten Aschenkegel eines Vulkanes ein derartiger dicker Überguss von Weiss-Juraschutt herumgelegt haben? Woher soll dieser Überguss, dieser Mantel, genommen und gekommen sein? Zu welcher Zeit soll er sich um den Tuff gelegt haben? Warum hüllt er nur den Tuff ein, nicht auch den Braun-Jurasockel des Berges?

Wer diese Fragen nicht beantworten kann — und es kann sie niemand beantworten — der darf auch nicht annehmen, dass hier der aufgelagerte Aschenkegel eines Vulkanes vorliege. Vielleicht könnte man denken, der Schuttmantel sei nur eine oberflächlich gelegene Anreicherung der Weiss-Jurabrocken, welche als Einschlüsse im Tuff liegen. An der Oberfläche des Berges sei der feine, aschige Tuff herabgespült worden, so dass schliesslich nur die von ihm eingeschlossenen Kalkstücke übrig blieben.

Eine solche Erklärung klingt einleuchtend und doch ist sie unhaltbar. In dem Tuffe ist keineswegs nur Weiss-Jura, sondern auch viel Braun-Jura u. s. w. eingeschlossen. Warum hätte sich denn in dem Mantel nur der erstere, nicht aber auch der letztere angereichert? Braun-Jura aber fehlt gänzlich in dem Mantel. Zweitens finden sich so gewaltige zusammenhängende Weiss-Juramassen, wie sie in dem Mantel liegen, gar nicht im Tuffe drinnen; sie können daher nicht aus letzterem durch Anreicherung herstammen.

Für diesen Weiss-Juramantel — so wie er beschaffen ist und wie er nur die tuffige obere, nicht aber auch die jurassische untere Hälfte des Berges umhüllt — giebt es nur eine einzige Erklärung: Er ist der letzte Rest der Weiss-Juraschichten, welche einst einen sie durchsetzenden Gang umgaben, ebenso wie ein Fabrikschornstein den ihn durchbohrenden Kanal umgiebt, also der letzte Rest der Wände eines Ausbruchskanales (vergl. später bei der Limburg

No. 77). **Aus diesem Vorhandensein des Mantels und dessen Entstehungsweise folgt also, dass der Tuff des Limburgberges der Kopf eines Tuffganges ist, welcher in die Tiefe hinabsetzt und an Ort und Stelle durch einen Ausbruch entstand; zu einer Zeit, als hier noch die Alb sich ausdehnte. Dass einst ein Maarkessel an dieser Stelle in die Alb eingesprengt war, geht aus den gefundenen Stücken geschichteten Tuffes hervor.** Diese sind einst in den Maarsee abgesetzt worden. Es mögen vielleicht auf dem Gipfel desselben unter der Weiss-Jurakappe noch weitere Reste dieser Schichten sowie anderer tertiärer Süsswasserschichten verborgen liegen, falls diese nicht bereits gänzlich abgespült sind.

78. **Der Maar-Tuffgang des Dachsbühl bei Weilheim.**

Dieser vulkanische Bühl, nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Dachsbühl bei Metzingen, liegt etwa 2 km westlich von der soeben beschriebenen Limburg. Das Gelände in dieser ganzen Gegend ist eben. Seine Unterlage besteht aus Braun-Jura α; dieselbe ist aber verhüllt durch Flusskiese, welche eine weithin ausgedehnte Decke bilden.

Aus diesem Gelände erhebt sich der Dachsbühl als kleiner Kegel von rundlichem Querschnitte. Sein Sockel besteht, wie in so vielen Fällen, aus Braun-Jura, hier α; erst die obere Hälfte wird also durch Tuff gebildet. Ein deutlicher Aufschluss in letzterem fehlt; in den Weinbergen ist jedoch der Tuffboden deutlich zu erkennen.

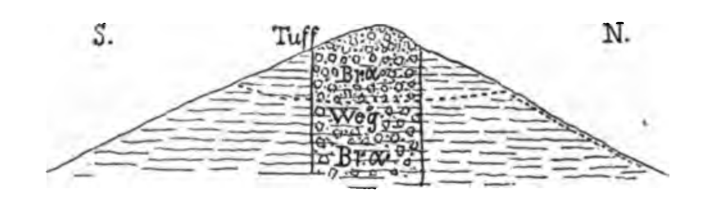
Die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse giebt keine sichere Entscheidung der Frage, ob auch hier ein in die Tiefe setzender Tuffgang vorliegt. Das, was man von diesen Verhältnissen sieht, könnte schliesslich ebensogut dahin gedeutet werden, dass auf dem Braun-Juraberge eine Tuffmasse aufgelagert ist. Allein die Grösse der auf dem Gipfel befindlichen Weiss-Jurablöcke — dieselben liegen meist in dem mit Bäumen bestandenen Striche — spricht entschieden dafür, dass auch hier ein selbständiger Ausbruchspunkt vorliegt, dass also ein aus der Tiefe heraufkommender Tuffgang seinen Kopf aus dem Braun-Jura herausstreckt. In früheren Zeiten war sicher die Zahl der Blöcke eine weit grössere; sie werden hier, wie an anderen Stellen, der Kultur des Landes gewichen sein. Diese Blöcke gehören aber dem Weiss-Juramantel an, durch welchen unsere Tuffbreccien

vor allen anderen ähnlich gearteten in einzig dastehender Weise ausgezeichnet sind.

79. Der Maar-Tuffgang des Egelsberg bei Weilheim.

Ungefähr $1^1/_2$ km nördlich von diesem Dachsbühl und doppelt so weit nordwestlich von der Limburg No. 77 findet sich ein dritter vulkanischer Bühl, der Egelsberg. Auch hier wieder besteht der Sockel desselben aus Braun-Jura α. Während indessen beim Dachsbühl (S. 356 No. 78) der Tuff nur in Gestalt einer auf diesen Sockel aufgesetzten runden Kappe auftritt, zieht er sich am Egelsberg an der SSW.-Seite auch noch vom Gipfel bis in die Thalsohle hinab.

Infolgedessen haben wir ein ganz verschiedenes Bild, je nach der Seite, von welcher wir den Berg betrachten. Nähert man sich demselben von O. her, so muss man fast bis zum Gipfel über Braun-Jura α gehen, und nur an der Spitze zeigt sich etwas Tuff, wie das die folgende Abbildung 55 andeutet. Die über den unteren Teil



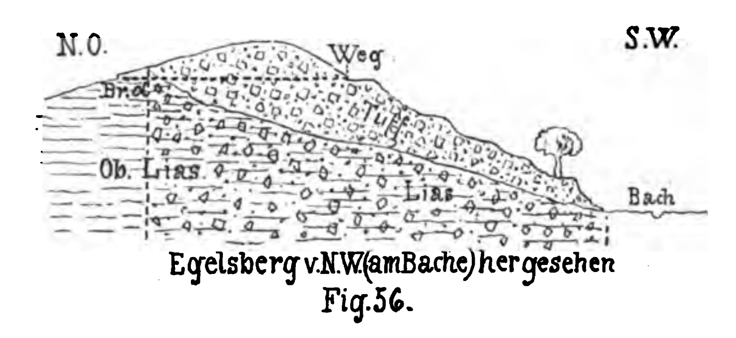
Egelsberg v. O. gesehen
Fig. 55.

des Tuffganges gelegte, horizontale Jura-Schraffierung tritt leider in der Abbildung nicht gut hervor. Man sieht aber doch, dass nur der Gipfel des Berges von derselben freigehalten worden ist.

Da nun zudem hier oben keine grossen Weiss-Jurablöcke liegen, so fasst man ernstlich die Frage ins Auge, ob nicht diese Tuffmasse nur der Erosionsrest einer einst weithin ausgedehnten Tuffablagerung sein möchte, von welcher der soeben besprochene Dachsbühl No. 78 ein zweiter Überrest wäre, einer Decke, welche vielleicht von dem grossen Ausbruchskanale der Limburg No. 77 ehemals ausgeschleudert sein möchte. Wenn man sich die Dinge, ohne die vorgefasste Meinung, dass durchaus nur Tuffgänge vorliegen müssen, zu prüfen bemüht, so wird man immer wieder die Möglichkeit ins Auge fassen, dass doch bei uns die Sachlage ebenso sein könnte, wie sie in fast

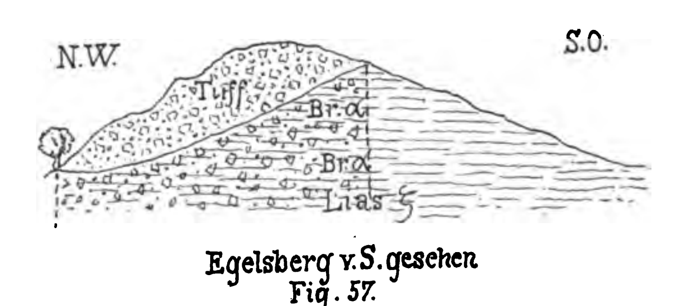
jedem anderen vulkanischen Gebiete der Erde, so weit solche bisher daraufhin erforscht sind, sein würde, dass also einfache Auflagerung des Tuffes stattfindet, dass Erosionsreste vorliegen.

Allein ein solcher Gedanke wird auch hier wieder verdrängt, sowie uns durch weitere Untersuchung des Berges das auffallende Verhalten des Tuffes an der entgegengesetzten, südwestlichen Seite klar geworden ist. Dasselbe wird dem Beobachter am besten vor



Egelsberg v. N.W. (am Bache) her gesehen
Fig. 56.

Augen geführt, wenn er dem Wege folgt, welcher etwa in halber Höhe des Berges wagerecht um denselben verläuft. Derselbe ist in Fig. 55 und 56 angegeben. Wenn wir von O. her aufsteigend, Fig. 55,



Egelsberg v. S. gesehen
Fig. 57.

diesen Weg erreicht haben, so finden wir ihn noch mitten im Braun-Jura liegend. Gehen wir nun auf demselben rechts um den Berg, so setzt an der NW.-Flanke des letzteren der Tuff bereits bis an den Weg hinab. Weiterhin geht der Tuff sogar über diesen hinaus.

Genau dasselbe Verhalten zeigt sich an der S.-Flanke, wenn wir, anstatt nach rechts, nach links um den Berg gegangen wären, nur dass der Weg hier fehlt. Stehen wir dann endlich auf der nach SSW. gerichteten Flanke, so können wir hier den Tuff vom Gipfel

an bis hinab auf die Thalsohle verfolgen, wie das aus Fig. 57 ersichtlich wird.

Wir sehen hier einen Streifen Tuff an der Bergflanke hinablaufen, welcher rechts und links von Braun-Jura flankiert wird; ganz ähnlich also, wie wir das bei dem Lichtenstein bereits fanden S. 339 No. 71 und Fig. 49 S. 341.

Wie ist eine solche Lagerung zu erklären? Dass etwa der Tuff bereits zur mittelmiocänen Epoche der Ausbrüche, also von Anfang an derartig auf dem Braun-Jura *α* gelagert sein könnte, ist von vornherein auszuschliessen; denn das würde eine Verneinung jeglicher Erosion seit der tertiären Zeit des Ausbruches in diesem weicheren Jurathongelände bedeuten. Unmöglich kann bereits damals die Oberflächengestaltung dieselbe wie heute gewesen sein, kann damals schon der heutige Braun-Jurasockel des Berges einen Berg gebildet haben, auf welchem dann der Tuff schräg aufgelagert wurde. Unmöglich kann das an der SSW.-Seite heute vorbeifliessende Windbächle damals bereits bestanden oder gar sich bis in den weichen Obern Lias eingeschnitten haben. Es müssen also zur Zeit des Ausbruches hier höhere Juraschichten angestanden haben. Damit aber fällt die Annahme, dass wir es hier mit einer ursprünglichen, also zu miocäner Zeit erfolgten Auflagerung des Tuffes auf dem Braun-Jura zu thun haben könnten.

Ist das unmöglich, so könnte immer noch an eine spätere Auflagerung des Tuffes gedacht werden. In diluvialer Zeit, nachdem in dieser Gegend bereits der Braun-Jura *α* blossgelegt worden wäre, könnte eine grosse Decke von Tuff, durch Wasser angeschwemmt, über die ganze Gegend ausgebreitet worden sein. Späterhin wäre die Herausarbeitung der heutigen Erhöhungen und Vertiefungen erfolgt, die Decke wäre grösstenteils wieder abgeschwemmt, nur auf dem Egelsbühl wäre sie noch liegen geblieben. Und nun mit dem immer tiefer werdenden Einschneiden des Windbächle würde allmählich der Tuff vom Gipfel an der Bergflanke hinabgespült worden sein, welche zum Bache hin abfällt.

Wäre das die richtige Erklärung, so würde man mit Recht fragen müssen, warum denn der Tuff immer nur an einer einzigen Flanke von oben herabrieselte. Der Berg wurde doch nicht nur an der Bachseite, sondern auf allen Seiten aus dem ebenen Gelände herausgeschnitten, so dass er sich jetzt als freistehender Bühl erhebt. Warum denn wurde der Tuff nicht auch an seinen anderen Flanken herabgewaschen? Von allen Seiten wurde bei Herausarbeitung des

Berges der weiche Braun-Jura, die vermeintliche Unterlage des Tuffes, abgespült. Also musste auch auf allen Seiten der seiner Unterlage auf solche Weise beraubte Tuff nachsinken, genau wie das bei der Abtragung der Alb S. 25 der Fall ist. Auch dort brechen die harten, ihrer Unterlage beraubten Weiss-Jurakalke doch nicht nur an einer Seite nieder, sondern an allen Seiten, an welchen ihnen die Unterlage entzogen wird.

Da nun weder der eine noch der andere unserer Erklärungsversuche sich als statthaft erweist, so bleibt als einzige Möglichkeit nur die übrig, dass die vermeintlich dem Braun-Jura aufgelagerte Tuffkappe denselben als Gang durchsetzt, dass aber dieser Gang nicht einen rein kreisförmigen Querschnitt besitzt, sondern einen solchen, welcher nach SSW. hin sich ein wenig spornförmig verlängert. Diese Verlängerung wird von der SSW.-Flanke des Berges schräg von oben am Gipfel nach unten am Fusse durchschnitten, daher der an dieser Flanke herablaufende, jederseits von Braun-Jura begleitete Tuffstreifen. In der Natur macht diese Verlängerung, da sie von der Bergoberfläche in so schräger Richtung durchschnitten wird, einen bedeutenderen Eindruck, als sie in Wirklichkeit, also bei wagerechtem Querschnitte, besitzt. Auf der hier beigegebenen Karte ist das so gut es bei dem hierfür etwas zu kleinen Massstab ging, dargestellt.

Man wird sich nach dem Gesagten vorzustellen haben, dass bei dem Ausblasen dieses Kanales von sonst rundlichem Querschnitte eine kleine schmälere Erweiterung desselben nach der SSW.-Seite hin erfolgte. Sei es, dass die Gase selbst dies bewirkten, sei es, dass ein bereits vorhandener, in dieser Richtung streichender kleiner Hohlraum bezw. Spalte bereits vorhanden war. In letzterem Falle ist es sehr gut denkbar, dass der Querschnitt des Kanales gerade nur in seinem heutigen Niveau diese spornförmige Verlängerung besitzt, dass er dagegen in höherem oder tieferem Niveau kreisrund oder abermals anders gestaltet sein würde.

Ich habe, um mich endgültig zu überzeugen, dass wirklich die Dinge so liegen, noch nachträglich dort bohren lassen. Das Bohrloch wurde an der SSW.-Seite am unteren Ende der spornförmigen Verlängerung etwa 3 m über der Thalsohle angesetzt. Letztere ist hier etwa 140 Schritte breit; ungefähr gleich weit von den beiden Grenzen entfernt stand das Bohrloch. Dasselbe ergab $^1/_2$ m Weiss-Juraschutt, danach noch 7 m Tuff. Wir waren also im vulkanischen Gesteine $7^1/_2$ m unter die Oberfläche des daneben anstehenden Braun-Jura gekommen.

Es ist somit zweifellos, dass wir am Egelsberg einen in die Tiefe hinabsetzenden Tuffgang vor uns haben; dessen Querschnitt ist nicht ganz kreisrund, sondern etwas oval, bezw. nach einer Seite hin etwas ausgezogen.

80. Das neue Tuffvorkommen am Ehnisbach bei Weilheim.

Etwa halbwegs zwischen dem soeben beschriebenen Egelsberg und der Limburg fand sich beim Absuchen des Geländes noch ein weiterer, auf der geologischen Karte von Württemberg nicht verzeichneter Tuffpunkt. Derselbe liegt nördlich und nahe der alten, von Weilheim nach Bissingen führenden Strasse, kurz bevor sie den Ehnisbach überschreitet. Der letztere schneidet dort in das Gelände ein, so dass auf seiner Rechten ein höher gelegenes Ufer entsteht. Braun-Jura α steht dort an. Inmitten desselben zeigte sich aber beim Graben von Baumlöchern Tuff, an einer Stelle, welche im S. begrenzt wird durch ein kleines, in den Ehnisbach mündendes Querthälchen.

Die Erscheinungsweise ist eine ganz ähnliche wie beim Käppele No. 89: Inmitten des Braun-Jura ein als Erhöhung kaum oder gar nicht sich auszeichnender kleiner Tufffleck. Am Käppele wurde die Gangnatur durch Bohren erwiesen. Jedenfalls liegt auch hier ein kleiner in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vor, aber ohne Bohrloch ist das nicht mit zweifelloser Sicherheit festzustellen.

Die Gruppe südlich von Bissingen.

Nabel; an der Steige nach Ochsenwang; Hahnenkamm.

81. Der Maar-Tuffgang des Nabel.

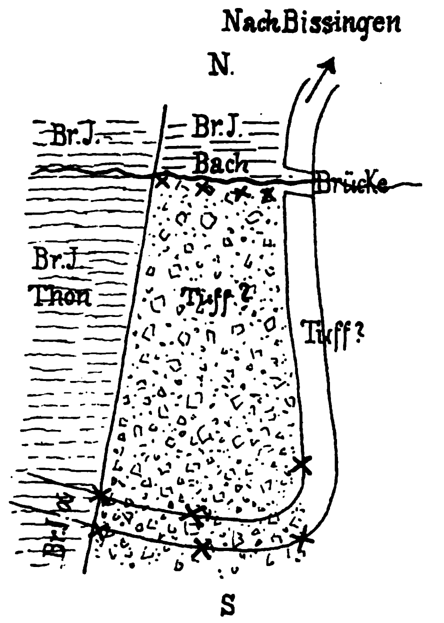
Wir folgen, um diesen Punkt zu finden, der Strasse, welche von Bissingen nach Ochsenwang führt. Bevor diese den Wald betritt, welcher hier den N.-Abhang der Alb bedeckt, und damit ihre Steigung beginnt, findet sich westwärts derselben in geringer Entfernung ein Hügel. Derselbe wird als Nabel bezeichnet und trägt Weinreben. Sein Sockel besteht aus Braun-Jura α. Auf dem Gipfel jedoch findet sich Tuff, und dieser lässt sich von dort aus in den Äckern ostwärts ziemlich nahe bis an die obengenannte Strasse verfolgen. Der Umriss dieses Tuffvorkommens ist daher ein wenig von O. nach W. gestreckt. Grosse Blöcke von Weiss-Jura fehlen.

Der endgültige Beweis dafür, dass auch hier der Tuff gangförmig gelagert ist, würde sich nur durch Bohren erbringen lassen.

Nach Analogie mit so sehr vielen anderen unserer Tuffvorkommen, bei welchen die Gangnatur durch Lagerung, Basalt oder Bohren erwiesen ist, zweifle ich nicht daran, dass auch hier ein Gang besteht.

82. **Der Maar-Tuffgang im Walde an der Steige von Bissingen nach Ochsenwang.**

Die geognostische Karte von Württemberg giebt dieses Vorkommen als einen kleinen Fleck von rundlichem Umrisse an, welcher sich gerade da befindet, wo die von Bissingen nach Ochsenwang führende Strasse den den Nordabhang der Alb bedeckenden Wald betritt und damit zu steigen beginnt. Der Tuff zeigt sich jedoch als an der Biegung, in welcher die bis dahin N.—S. laufende Steige ihre Richtung nach SW. ändert. Hier an dieser Biegung ist er ebenso deutlich aufgeschlossen, wie unten beim Eintritt in den Wald an der kleinen Brücke. In der Verbindung zwischen beiden Punkten dagegen lässt sich das vulkanische Gestein nicht sicher nachweisen, da der Waldboden Schwierigkeiten bereitet. Es wäre daher möglich, dass hier zwei verschiedene ganz kleine Gänge auftreten. Mir scheint jedoch, als wenn beide Punkte in Verbindung ständen, so dass nur ein einziger Gang mit einem von S. nach N. etwas gestreckten Querschnitte vorliegen würde. Diese Auffassung habe ich in der hier beigegebenen Karte und in Fig. 58 zum Ausdrucke gebracht. Die Verhältnisse, unter welchen der Tuff in dieser Gegend auftritt, sind die folgenden:



Gang a. d. Steige Bissingen-Ochsenwangen
Fig. 58.
Anstatt Br. J. α lies β.

Da, wo die Strasse den Wald betritt, überschreitet sie einen kleinen Bach. Im Bette des letzteren sieht man anstehenden Tuff,

welcher sich nach W. hin ungefähr 30 Schritte weit verfolgen lässt. Darauf steht Thon des Unteren Braun-Jura an. So geringwertig daher auch der Aufschluss erscheint, so lässt er doch ganz sicher die Gangnatur des vulkanischen Gesteines erkennen. Die Kreuze in Fig. 58 bedeuten anstehenden Tuff.

Die Lagerungsverhältnisse des zweiten Aufschlusspunktes lassen sich besser darthun, wenn wir in entgegengesetzter Richtung gehen, also von der Alb herabkommen, weil sich nur nach dieser Seite hin ein ganz scharfer Kontakt findet. Bevor man, auf solche Weise bergab steigend, in die Nähe der oben erwähnten Biegung der Steige kommt, sieht man im südlichen Strassengraben, d. h. zur Rechten, Thone des Unteren Braun-Jura aufgeschlossen [1]. Plötzlich hören dieselben, geradlinig abgeschnitten, auf und statt ihrer steht nun Tuff im Strassengraben an. Im linken, nördlichen Strassengraben tritt dieser Wechsel im Gestein nicht zu gleicher Zeit auf; die Jurathone ziehen sich vielmehr noch eine kleine Strecke weiter bergabwärts, bevor sich der Tuff an ihre Stelle setzt.

Nach dem Gesagten ist es klar, dass hier im Braun-Jura ein Tuffgang aufsetzt, welcher die Strasse nicht rechtwinkelig, sondern schräg durchschneidet. Die obige Abbildung erläutert das Gesagte und zeigt, dass an eine An- oder Auflagerung des Tuffes an bezw. auf dem Braun-Jura hier gar nicht gedacht werden kann.

Verfolgen wir nun diesen Tuff an der Steige abwärts, so lässt er sich im rechten Strassengraben bis hin an den Knick beobachten, in welchem die von W. herkommende Strasse nun nach N. umbiegt. In dieser nach N. gerichteten Fortsetzung sieht man ihn anfangs im linken Graben wieder. Dann wird letzterer zu flach und im Walde macht der Waldboden ein Erkennen unsicher.

Gleichviel nun, ob beide Aufschlusspunkte nur einem Gange angehören oder zwei verschiedenen, hier wie dort ist doch durch die Lagerung die Gangnatur des Tuffes zweifellos dargethan.

83. Der Maar-Tuffgang des Hahnenkamm.

Von dem soeben genannten Gange aus steigen wir auf der von Bissingen nach Ochsenwang führenden Strasse in SW.-Richtung weiter

[1] Auf der geologischen Karte von Württemberg ist hier γ verzeichnet. Dieser Thon macht jedoch den ganzen Eindruck, als wenn er noch zu β gehörte, daher spreche ich oben von „Unterem“ Braun-Jura. In der obigen Fig. 58 steht irrtümlicherweise α anstatt β.

aufwärts. Bald kommen wir an einen Punkt, an welchem sich zu unserer Rechten, nördlich, ein kegelförmiger Hügel erhebt. Seine Meereshöhe beträgt 599 m. Die Erhebung über der Strasse aber ist keine sehr nennenswerte. Da jedoch diese Strasse am nordwestlichen Steilabhange entlang läuft, so liegt auch jener Kegel an demselben. Er fällt daher nach NW. hin tief ab, bezw. er macht, von N. her betrachtet, einen ganz stattlichen Eindruck. Dieser Kegel wird Hahnenkamm genannt. Er erhebt sich auf Mittlerem Braun-Jura und gehört nach dem Gesagten zu dem Typus unserer vulkanischen Kegelberge, welche aus irgend einem Thalgehänge wie ein Kugelknopf herausspringen und von dem Gehänge bereits durch eine leichte Einkerbung abgeschnürt sind (vergl. Fig. 45, 46).

Dieser Kegel ist dicht bewaldet. Grosse Weiss-Juraklötze schauen aus dem Waldboden heraus, auch das seltene ζ ist hier vertreten. Diese Gesteine könnte man als Zeugen eines einstigen Bergsturzes auffassen. Allein jetzt ist auf dem ihm benachbarten Teile der Randecker Halbinsel kein (? ε und) ζ mehr anstehend vorhanden. Der Bergsturz müsste also zu einer Zeit geschehen sein, in welcher das noch der Fall war. Zu dieser Zeit lag der N.-Abhang der Alb gewiss noch viel weiter nördlich. Ein Kegel, welcher durch einen damals vor sich gegangenen Bergsturz erzeugt wäre, könnte daher heute nicht mehr hart am Steilabhange liegen, sondern müsste bereits von diesem ganz losgetrennt, vereinzelt aus dem Vorlande aufragen.

Ist mithin die Erklärung dieser Gesteinsmassen durch einen Bergsturz eine sehr unwahrscheinliche, so bleibt nur die Annahme übrig, dass wir hier vor dem aus Weiss-Jura gebildeten Schuttmantel eines Tuffganges stehen. Ich selbst habe kein vulkanisches Gestein gefunden; indes der Wald hindert jetzt die Beobachtung und Deffner hat vor zwei Jahrzehnten noch Tuff erkennen können.

Tuff liegt also vor. Da derselbe aber von dem Schuttmantel bedeckt und umhüllt ist, welcher unsere Tuffgänge in so eigenartiger Weise kennzeichnet, so können wir wohl mit Sicherheit den Analogieschluss machen, dass auch hier gangförmige Lagerung des Tuffes stattfindet.

Die Gruppe am NW.-Fuss der Teck.

Auf dem Bürgli; das Vorkommen am O.-Abhange der Teck; der Hohenbohl; der Götzenbrühl.

84. Der Maar-Tuffgang auf dem Bürgli, nahe der Teckburg.

Der Randecker Plateau-Halbinsel entspringt ein nach NW. gerichteter Sporn. Derselbe trug einst auf seiner höchsten Stelle die

Burg Teck. Vor dieser, gegen N., liegt ein Tuffgang, welchen wir, da er noch oben auf der Hochfläche zu Tage tritt, an anderer Stelle besprochen haben, No. 34.

Von diesem Tuffgange aus wandern wir nun auf dem nach Bissingen führenden Wege gegen N.; an der Spitze des Spornes angelangt, steigen wir am N.-Abhange desselben hinab. Der Wald hört auf, etwas weiter abwärts auch der Weisse Jura. Das Gehänge ist nun mit Rasen bedeckt. Unser Weg umkreist einen kleinen Buckel, „auf dem Bürgli" genannt. Dichte Kalkschuttmassen bedecken denselben. Aber der um seinen Fuss sich windende Weg durchschneidet an der NW.-Flanke diesen Schuttmantel und entblösst den darunter verborgenen Tuff. In der auf S. 224, bereits dem Teckgange gewidmeten Abbildung ist auch das Profil des Bürglibuckels mit aufgenommen. Offenbar handelt es sich auch hier um einen in die Tiefe setzenden Tuffgang, welcher einst oben in einen Maarkessel mündete. Aber der Aufschluss ist nicht gut genug, um das mit völligster Sicherheit aussprechen zu können.

Wie man sieht, lehnt sich das Vorkommeu mit der Rückseite im S. an den Weiss-Jurasporn. Auf den anderen Seiten fällt es frei ab; hier ist der Tuff bereits aus dem Jura herausgeschält und nur noch von seinem Weiss-Juraschuttmantel verhüllt. Also im kleinsten eine Wiederholung dessen, was in grossem Massstabe bei dem Jusi No. 55 der Fall ist.

85. Das Tuffvorkommen am Ostfusse des Teck-Spornes.

Über dieses Vorkommen ist wenig zu sagen. Man findet an der auf der Karte verzeichneten Stelle Tuff. Im Walde, an dem steilen Gehänge, bei dem alles verhüllenden Waldboden und Weiss-Juraschutte ist nichts Genaues über die Lagerungsverhältnisse dieser Masse anzugeben.

86. Der Maar-Tuffgang des Hohenbohl am Teck-Sporn.

Auch am NW.-Fusse des die Teckburg tragenden Spornes hat vulkanische Thätigkeit angesetzt. Hart vor dem Steilabfalle, also von demselben bereits durch eine Einkerbung abgeschnürt, erhebt sich auf Oberem Braun-Jura ein stattlicher Tuffberg. Es ist der Hohenbohl oder Hohbohl, mit 601 m Meereshöhe und etwa 230 m Erhebung über der benachbarten Thalsohle der Kirchheimer Lauter. Der Grundriss des Berges ist ein von S. nach N. gestrecktes Oval. Die Gestalt ist nicht die gewöhnliche kegelförmige unserer Vulkan-

bühle; statt des spitzen Gipfels sehen wir vielmehr einen ebenen langgestreckten Rücken.

Bereits der bedeutende Inhalt dieser Masse spricht dafür, dass es sich um einen selbständigen Ausbruchspunkt handelt. Des weiteren wird das bestätigt durch die Grösse der Weiss-Jurablöcke, welche wir in dem Tuffe selbst, besonders aber in dem Schuttmantel des Tuffes finden. So grosse Blöcke sind entschieden nicht von einem anderen entfernten Orte aus bis hierher geschleudert worden; wenn aber, dann wären sie in zahllose Stücke zerschmettert, während diese unverletzt sind. Vor allem jedoch giebt uns den sicheren Beweis dafür das Auftreten des Basaltganges im Tuffe. Derselbe ist an der S.- und SW.-Seite in einer Anzahl von Steinbrüchen aufgeschlossen; wegen seiner schräg in den Berg hineinfallenden Stellung musste jedoch sein Abbau wieder eingestellt werden. So ergiebt sich denn das folgende Profil:

Die Aufschlüsse beginnen, wenn man von Owen her sich dem Hohenbohl nähert, am SW.-Ende desselben mit einem jetzt verlassenen unteren Bruche, in welchem früher ebenfalls Basalt gewonnen oder gesucht worden ist; denn um des Tuffes willen wird man einen so grossen Aufschluss kaum hergestellt haben. Durch den herniederrieselnden Tuff und den von oben herabgeschütteten Basalt muss indessen die Stelle, an welcher der Basalt eventuell lag, ganz verdeckt worden sein; jedenfalls ist er jetzt nicht zu finden. Gleiches ist ja z. B. beim Kraftrain No. 76 auch der Fall.

Über diesem unteren Bruche liegen nebeneinander vier obere, ungefähr in einer und derselben Horizontalen; nur der letzte ist etwas höher gelegen. Ihre Reihe wird eröffnet durch einen, oberhalb des vorher genannten unteren gelegenen Bruch; an diesen reihen sich die anderen nach S. hin an. In allen wird ein und derselbe, schräg in den Berg fallende Basaltgang abgebaut. Eine ganze Anzahl von Schürfen dagegen, welche sich an der S.- und SO.-Seite hinziehen, hat keinen weiteren Basalt aufzudecken vermocht. Das, was man abgebaut hat, ist nur das Ausgehende des Ganges gewesen. Dasselbe besitzt eine zwischen $^1/_2$—4 m schwankende Mächtigkeit. Vermutlich wird dieselbe in grösserer Tiefe zunehmen; aber da der Gang schräg in den Berg hineinfällt, so war bald der Abraum nicht mehr zu bewältigen; in unserem an harten Steinen so armen Lande immerhin eine bedauerliche Thatsache.

Der Basalt ist in grosse, unregelmässige Stücke abgesondert, welche am Salband jedoch wesentlich kleiner werden. In allen vier

Brüchen ist der Kontakt desselben mit dem Tuffe sehr deutlich aufgeschlossen. In ziemlich übereinstimmender Weise ist der Tuff ver-

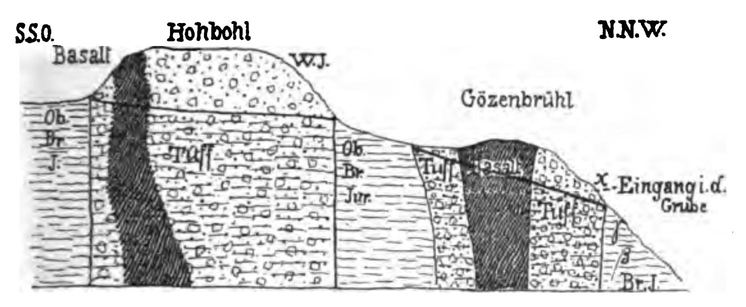


Fig. 59.

ändert. Einmal ist er schiefrig geworden, dergestalt, dass die Schieferung parallel dem Gange streicht und fällt. Zwischen die einzelnen Platten dieser Schieferung hat sich, wie in anderen Fällen, weisse, wohl zeolithische Masse abgesetzt. Sodann hat der dem Basalte nächstgelegene Tuff überall eine dunkelgrüne Farbe angenommen, während er sonst gelb ist. Auf eine Mächtigkeit von 0,3 m etwa besitzt sie eine bröckliche Beschaffenheit, weiter in den Tuff hinein wird sie fester. Dieser grüne Tuff geht dann allmählich in festen gelben Tuff über und dieser wieder in weichen gelben. Die folgende Fig. 60 soll diese Verhältnisse vor Augen führen.

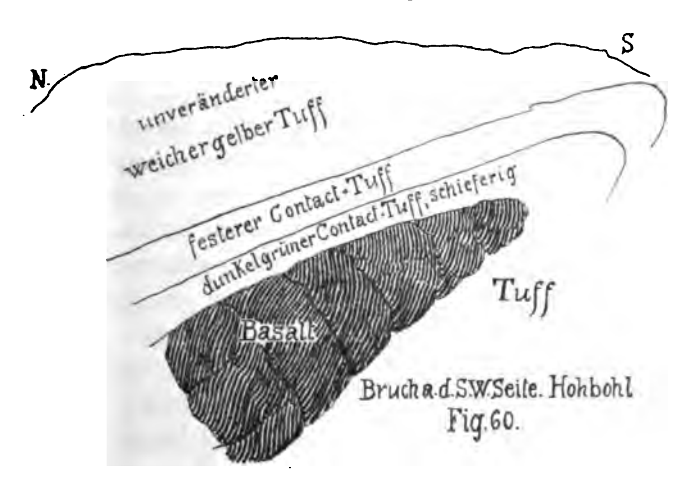


Fig. 60.

In früherer Zeit war eine Stelle aufgeschlossen, an welcher der etwa $1^1/_2$ m mächtige Tuff von zwei Basaltapophysen eingeschlossen

war. Auf solche Weise zwischen zwei Feuer genommen, hatte er sich, wie Deffner berichtet, „zu einer rotbraunen, zackig schwammigen lavaartigen Masse aufgebläht, welche ebenso zäh als hart jede Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen Tuff verloren hat“.

Die Beschaffenheit des unveränderten Tuffes ist die gewöhnliche, massige. Er ist unregelmässig abgesondert und verwittert hier und da in kugelähnliche Stücke, wie wir das bisweilen bei unseren Tuffen sehen können. Die Farbe ist gelb. Eingebettet liegen Weiss-Jurastücke bis zu δ hinauf, während oben auf dem Gipfel im Schuttmantel auch ε auftritt. Bemerkenswert sind unter den im Tuffe eingeschlossenen Gesteinen auch Stücke eines anderen blaugrauen, sehr viel festeren Tuffes, welcher ebenfalls Weiss-Jurabrocken führt. Dieser letztere Tuff muss mithin bereits verfestigt gewesen sein — vielleicht wie beim Götzenbrühl No. 87 durch den Basalt — als er bei einem späteren Ausbruche abermals, nun in Stücken, ausgeworfen und dann eingeschlossen wurde. An dem benachbarten Götzenbrühl, No. 87, an der Limburg, No. 77, an der Wittlinger Steige No. 63 finden wir ganz dieselbe Erscheinung.

Die Grösse der Weiss-Jurablöcke im Schuttmantel und das Aufsetzen eines Basaltganges im Tuffe beweisen, wie oben dargethan, dass wir auch hier einen selbständigen Ausbruchspunkt und einen in die Tiefe hinabsetzenden Tuffgang vor uns haben. Derselbe entstand, als sich die Alb bis hinauf zu Weiss-Jura δ und ε noch über diese Stelle hin ausdehnte.

87. Der Maar-Tuffgang des Götzenbrühl vor dem Teck-Sporn.

In geringer Entfernung von dem soeben besprochenen Hohenbohl liegt in nordwestlicher Richtung die vierte und letzte der die Teck umgebenden vulkanischen Massen. Das ist der Götzenbrühl oder Gotzimbrühl, wie er verschieden von den Leuten genannt wird: Nur eine geringwertige Bodenanschwellung, wenn man sich ihm von der Rückseite, dem Hohenbohl aus, nähert; ein richtiger, kleiner Bühl dagegen, wenn man ihn von der nördlichen, vorderen Seite aus betrachtet. Dort bildet er an dem Abhange des Mittleren und Unteren Braun-Jura einen kleinen, kugelknopfförmigen Vorsprung, wie das so häufig bei unseren Tuffbergen der Fall ist, der Umfang desselben ist jedoch wesentlich geringer als beim Hohenbohl. S. Fig. 59.

In neuester Zeit hat man dieses vulkanische Vorkommen, um den Basaltkern desselben zu gewinnen, durch einen verhältnismässig

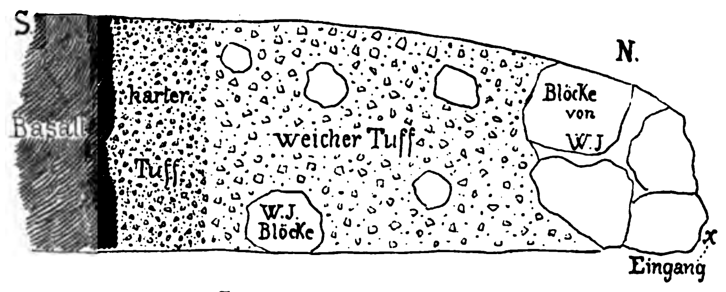
grossartigen Aufschluss bis in das Innerste hinein geöffnet. Es dürfte daher eine eingehendere Betrachtung dieses Aufschlusses angezeigt erscheinen, da uns dieselbe viel des Interessanten und schwer zu Erklärenden, zugleich aber einen Anhaltspunkt für die Beurteilung der inneren Beschaffenheit anderer Tuffvorkommen in unserem Gebiete giebt.

Bevor der Aufschluss geschaffen war, bildete dieser vulkanische Punkt ein ganz unbedeutend aussehendes Vorkommen, von derselben äusseren Erscheinung, welche manchen unserer kleinen unansehnlich auftretenden Tuffmassen zukommt. Ich nenne als Beispiel das Vorkommen „auf dem Blohm" (S. 304 No. 56). Von der Vorderseite aus betrachtet ein kleiner Hügel, von der Rückseite aus eine kaum nennenswerte Erhebung. Oben auf dem Gipfel an einer oder einigen kleinen Stellen durch den Pflug ein Paar Bröckchen Tuff heraufgeholt. Im übrigen eine den Tuff verhüllende Decke von Weiss-Juraschutt, oberflächlich in Ackerboden oder Grasfläche verwandelt und den ganzen Hügel überziehend. So etwa, ganz wie auf dem Blohm, wird bisher der Anblick des Götzenbrühl gewesen sein; nur mit dem Unterschiede, dass auch etwas Basalt den Kopf aus dem rasenbedeckten Gelände herausstreckte.

In diesen Hügel hat man nun vor zwei Jahren von N. her einen tiefen etwa 2 m breiten Durchstich getrieben, welcher oben zu Tage ausstreicht und mit senkrechten Wänden 13 m tief hinabreicht. Diese beiden Wände gewähren uns einen der lehrreichsten Aufschlüsse, welche wir bei unsern Bühlen finden können. Zunächst durchschneidet der Durchstich den Schuttmantel. Wir finden daher zu beiden Seiten am Eingange ein wüstes Haufwerk riesiger Weiss-Jurablöcke, hier und da etwas Tuff einschliessend. Das ist der Rest der einstigen äusseren Weiss-Jurawand dieses Tuffgangs. Dringt man dann in den Einschnitt weiter nach innen vor, so sieht man inmitten des Tuffes vereinzelt ebenso riesige Blöcke. Dieselben reichen bis zur δ-Stufe hinauf; fraglich ist ε. Sie sind z. T. verändert: dunkel, grau, gehärtet, splitterig geworden. Zu diesen gesellt sich, an der O.-Wand unten angeschnitten, ein gewaltiger Fetzen von rotem und bläulichem Keuperthon, etwa 3 m lang und ebenso breit. Fast dicht über ihm liegt ein halb so grosser Weiss-Jurablock. Auch hoch oben an der W.-Wand zeigt sich ein grosser Fetzen roten Keuperthones.

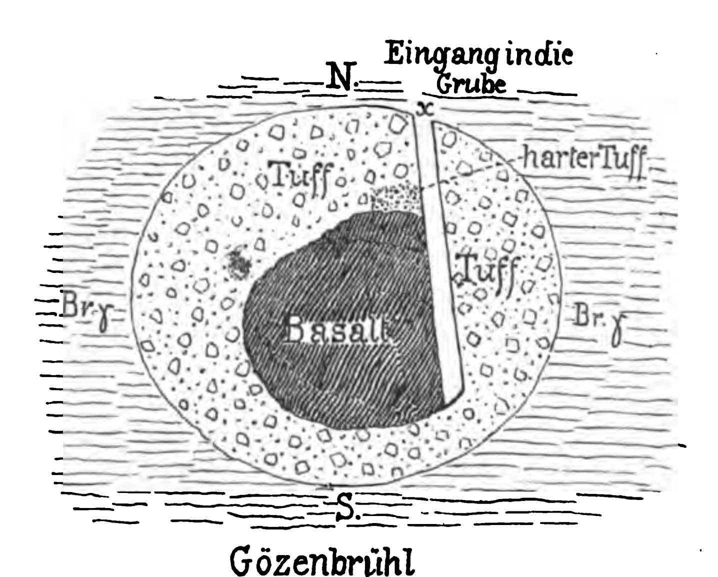
Der Tuff selbst neigt hier und da ein wenig zu kugelschaliger Absonderung. Ganz wie beim Hohenbohl No. 86, der Limburg No. 77,

an der Wittlinger Steige No. 63, so liegen auch hier eingebettet in dem Tuffe Stücke eines andern Tuffes, welcher bereits verfestigt gewesen sein muss, als er in Stücken losgerissen und bei dem neuen



Gözenbrühl
Profil des durch den Tuff in den Basaltkern getriebenen Weges
Fig 62

Ausbruche eingeschlossen wurde. Diese Stücke zeigen einen ausnehmend harten dunklen Stoff, welcher gleichfalls Weis-Jurabrocken



Gözenbrühl
Fig. 61.

in sich einschliesst. Diese Verhältnisse sind sehr schwer auf wirklich überzeugende Weise zu erklären.

In hohem Masse erstaunlich ist es nämlich, dass wir bei noch

weiterem Vordringen in dem Durchschnitte diesen selben harten dunklen Tuff anstehend finden; und zwar in Gestalt einer von oben nach unten hinabsetzenden, also auf 13 m Höhe aufgeschlossenen Masse, welche gangartig im Innern des weicheren Tuffes aufsetzt und ziemlich senkrecht an demselben abschneidet.

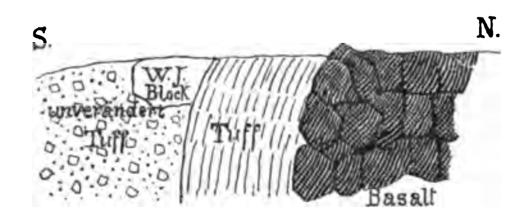
Gehen wir abermals weiter in das Innere des Berges hinein, so treffen wir den Basaltkern desselben. Sofort wird die Vorstellung entstehen, dass die dunkle Farbe und Härte des soeben besprochenen Tuffes nur eine Kontaktwirkung dieses Basaltes sei. Allein so einfach sie scheint, eine solche Vorstellung ist doch keineswegs widerspruchslos. Wäre dem nämlich so, dann müsste man doch erwarten, dass der Basaltkern auf allen Seiten mantelförmig von diesem harten Tuffe umgeben wäre. Das ist jedoch keineswegs der Fall, soweit sich das bei dem heutigen Zustande des Aufschlusses im S. und W. mit ziemlicher Sicherheit beobachten lässt. Der feste dunkle Tuff tritt nämlich, wie es scheint, nur an der vorerwähnten einen Stelle auf, welche zufällig von dem Durchstiche getroffen wurde. Betrachten wir daher diese Farbe und Härtung als eine Kontaktwirkung, so müssen wir zugeben, dass letztere in solcher Weise von dem Basalte anscheinend nur an einer einzigen Stelle ausgeübt wurde.

Das aber ist wenig glaublich, denn es handelt sich nicht etwa um eine schmale Basaltapophyse, welcher überhaupt nur eine geringe Wärmewirkung zugekommen wäre, sondern im Gegenteil um einen dicken Basaltkern von etwa 15 m Durchmesser, welcher wohl nach allen Seiten hin die gleiche und grosse Wirkung ausüben konnte. Zudem finden wir ja Stücke dieses harten, inneren Tuffes als Einschlüsse in dem weichen, äusseren. Es muss daher notwendig der erstere bereits vorhanden und erhärtet gewesen sein, bevor der letztere entstand. Läge nun eine Kontaktwirkung vor, dann müsste aber gerade umgekehrt der weiche Tuff der zuerst entstandene sein, und erst dann könnte sein innerer, nahe dem Basalt gelegener Teil sich umgewandelt haben. Jene Einschlüsse des harten im weichen beweisen aber, dass der Vorgang der Entstehung unmöglich ein solcher gewesen sein kann.

Bei so widerspruchsvollen Schlussfolgerungen werden wir zunächst also an der unumstösslichen Thatsache festhalten müssen, dass der innere, harte, graue Tuff — da er sich als Einschluss im äusseren, weichen findet — durch einen älteren Ausbruch erzeugt wurde und dass erst später der äussere, weichere, gelbe durch einen zweiten Ausbruch entstand.

Warum wurde nun der ältere so hart und andersfarbig? Hier ergiebt sich die Möglichkeit, beide Gegensätze zu vereinigen. Solange wir uns den Basalt erst bei dem zweiten Ausbruche emporsteigend denken, können wir nicht gut die Entstehung der Härte und Dunkelfarbigkeit jenes Tuffes als eine Kontaktwirkung des Basaltes betrachten; denn bei eben diesem zweiten Ausbruche wurden ja sogleich harte, dunkle Stücke dieses Basaltes ausgeworfen und dem äusseren Tuffe beigemengt. Er kann also nicht erst bei dem zweiten Ausbruche hart geworden sein.

Sowie wir aber annehmen, dass der Basalt schon bei dem ersten Ausbruche bis zu dieser Stelle emporgequollen sei, dann steht der Annahme, dass er diese erhärtende Kontaktwirkung ausübte, nichts im Wege, und wir haben dann nur das Auffallende dabei mit in den Kauf zu nehmen, dass der Basalt nicht nach allen Seiten hin dieselbe Metamorphose erzeugte. Das aber darf wohl um so weniger stören, als in der That auch an anderen Stellen im Götzenbrühl sich Zeugen einer wenn auch weniger bemerkbaren Kontaktwirkung erkennen lassen. Ganz wie am Hohenbohl nämlich so ist auch hier



Schiefer. Tuff i. Contact m. Bas. verändert, am S. Ende des Gözenbrühl. Fig. 63.

der Tuff nahe am Basalt in kleine Stücke zerklüftet und schieferig geworden. Warum soll nun nicht die Metamorphose nach verschiedenen Seiten hin eine verschiedene sein können? Wir sehen ja solches auch in den Kontakthöfen der Tuffe unseres Gebietes.

Doch auch der folgende Grund macht die Annahme einer durch Kontaktwirkung erzeugten Härtung und Dunkelfärbung des inneren Tuffes nicht unwahrscheinlich. Nehmen wir die Kontaktwirkung an, so können, da diese in kürzester Zeit den Tuff verändert, die beiden Ausbrüche sehr bald nacheinander erfolgt sein. Das aber ist bei so kurz dauerndem vulkanischen Dasein, wie es offenbar unseren Vulkan-Embryonen zukam, sehr wahrscheinlich. Verwerfen wir die Kontaktwirkung, so muss zwischen den beiden Ausbrüchen der

lange Zeitraum verstrichen sein, welcher nötig war, um durch Einwirkung von Sickerwässern den ursprünglich weichen Tuff zu einem so harten umzugestalten. Einem so langen Zwischenraume würde nun in einem echten Vulkangebiete, in welchem sich grosse Vulkanberge aufbauen, nicht das mindeste Bedenken gegenüber stehen. In unserem Falle aber handelt es sich um jene ungemein viel seltenere Form des Vulkanismus, bei welcher derselbe, nur ein kurzes Eintagsleben fristend, schon als Embryo wieder erstickt. Hier ist die Annahme, dass an einer und derselben Stelle zwei Ausbrüche durch langen Zwischenraum getrennt gewesen sein sollten, eine weniger wahrscheinliche.

Scheinen auf solche Weise alle Zweifel und Schwierigkeiten glücklich beseitigt zu sein, so stellen sich dieselben an einer abermals anderen Stelle sofort wieder her. Nahe dem äusseren Eingange, an der östlichen Wand des Durchstiches, finden wir nämlich denselben vorher erwähnten harten, dunklen Tuff im weicheren gelben. Aber nicht als Einschluss, wie an den anderen Stellen, sondern, auf allerdings nur kurze Erstreckung, in Gestalt einer schichtähnlichen, etwa $^1/_2$ Fuss dicken Lage, welche sich etwas gebogen durch den weicheren Tuff hindurchzieht. Da jede Spur von Schichtung des letzteren fehlt, da auch der Verlauf der harten Lage ein gebogener ist, so kann man an Ablagerung im Wasser nicht denken. Die harte Lage bildet also sicher keine Schicht. Ich vermag diese Erscheinung nicht recht zu erklären. Sollte hier ein langer Fladen des harten Tuffes bei dem zweiten Ausbruche ausgeworfen und nun schichtähnlich in dem jüngeren Tuffe beim Niederfallen abgesetzt sein?

Fügt man nun zu dieser stutzig machenden Erscheinung noch den Anblick hinzu, welchen die beiden senkrecht angeschnittenen Wände darbieten, so steigt in unserer Vorstellung ein völlig anderes Bild und der Gedanke an einen ganz anderen Erklärungsversuch empor. Beide Wände zeigen, bis zu 17 m Höhe angeschnitten, eine festgepackte, durcheinander geschobene, gewälzte und gewürgte Masse, welche uns an die Grundmoräne eines Gletschers mahnt. Fällt zudem der Blick auf den grossen, halb aus der W.-Wand hervorragenden Weiss-Jurablock, welcher etwas gerundet erscheint — den einzigen, welchen ich in allen unseren zahlreichen Tuffmassen derartig beschaffen sah — so möchte man in diesem ein weiteres Zeichen von Gletscherwirkung sehen.

Wäre nun wirklich ein Gletscher hier mit im Spiele gewesen,

so liesse sich die obige, erstere Erscheinung am allerleichtesten erklären. Wir hätten dann nur einen einzigen Ausbruch von Tuff und Basalt. Hierbei verfestigte der Basalt den Tuff. Ein zweiter Ausbruch aber erfolgte gar nicht. Vielmehr kamen zu diluvialer Zeit Gletscher und schoben von anderer Stelle her die weichere, gelbe Tuffbreccie an diese Stelle. Hierbei gerieten Stücke des dunkelgebrannten harten Tuffes in den hellen, weicheren.

Auf solche Weise würden sich diese Einschlüsse am einfachsten erklären, denn zwei verschiedene Ausbrüche haben bei einem solchen vulkanischen Eintagsdasein etwas schwerer Glaubliches. Und doch kann nur letztere Erklärung gelten. Die beiden Ausbrüche mögen sich schnell gefolgt haben; die Verfestigung des Tuffes durch den Basalt konnte schnell erfolgt sein, so dass der zweite Ausbruch vom ersteren nur durch eine kurze Spanne Zeit getrennt war.

Eine Eiswirkung kann nämlich unmöglich stattgefunden haben. Ich kann hier nicht die zahlreichen Gründe wiederholen, welche jeden Gedanken, dass unsere Tuffbreccien Moränen sein könnten, verbannen müssen (s. später). Warum sollte denn auch nicht auf zwei verschiedenen Wegen zwar nicht völlig Gleiches, so doch sehr Ähnliches erzeugt werden können? Haben wir ja z. B. im Löss ebenfalls ein Gestein, welches in fast gleicher Beschaffenheit sowohl durch Wind als auch durch Wasser erzeugt worden ist[1]. Finden wir doch auch in der organischen Welt, dass ganz übereinstimmende Eigenschaften des Knochenbaues von ganz verschiedenen, gar nicht näher verwandten Tieren völlig unabhängig von einander erworben worden sind. Zarte Vögel und jene ungeschlachteten, nicht fliegenden Dinosaurier mit pneumatischen Knochen! Auch hier also auf verschiedenen Wegen eine Erzielung gleicher Eigenschaften. Daher darf es uns nicht beirren, wenn unsere schwäbische Vulkangruppe

---

[1] Der durch Wind zusammengefegte Löss erhält nach v. Richthofen in China eine Struktur dadurch, dass er von Pflanzenwurzeln, bezw. nach ihrer Verwesung von deren Hohlräumen, durchzogen ist. Das wäre der einzige Unterschied gegenüber dem Wasserlöss oder Seelöss. Aber findet sich solche Struktur überall bei dem Windlöss? Notwendig ist das offenbar nicht; denn wenn auch in wasserarmem Steppenklima eine Grasvegetation sich immer wieder auf der jeweiligen Oberfläche des Lösses ansiedeln kann, so wird doch im ganz dürren Wüstenklima — in welchem ebensogut Löss zusammengeweht werden kann wie in der Steppe — eine solche Vegetation unmöglich werden. Hier kann also der Windlöss jene Wurzelstruktur gar nicht erwerben.

in ihren verunglückten Versuchen, Vulkane zu bilden, Gesteinsmassen erzeugte, welche den Gletschermoränen ähnlich sind, jedoch auf ganz andere Weise entstanden.

Aus dem oben Dargestellten ergiebt sich, dass der Götzenbrühl, trotz seiner grossen Nähe zum Hohenbohl, ein selbständiger Ausbruchspunkt ist; dass der Tuff als Gang in die Tiefe niedersetzt; dass endlich zur Zeit des Ausbruches sich hier die Alb bis hinauf zum δ und ε befand.

IIIc. Die im Vorlande der Alb, zwischen der Lauter und dem Tiefenbach gelegenen Maar-Tuffgänge.

88. 89. Die beiden Maar-Tuffgänge am Käppele, südwestlich von Dettingen.

Im SW. von Dettingen an der Kirchheimer Lauter liegen Höhenzüge, welche dem Braun-Jura α und β angehören. Leicht konnten sich in die meist thonigen Schichten die Gewässer einschneiden, jene Höhen in Lappen und Zungen zerfasernd. Auf einem dieser Züge, welcher mit breitem, sanft gerundetem Rücken auf Dettingen zuläuft, erscheinen zwei Tuffvorkommen. Keines derselben bildet eine nenneswerte Bodenerhebung, durch welche es sich markierte.

88. Der Maar-Tuffgang nordöstlich am Käppele.

Hier liegt der Tuff oben auf dem breitgewölbten Braun-Jura β-Rücken; auf diesem bildet er eine vielleicht $2^1/_2$ m hohe, flache Anschwellung von 110 und 133 Schritten Durchmesser. Der von Dettingen zum Käppele hinaufführende Fahrweg durchschneidet diesen kleinen Punkt. Rings um denselben besteht der Ackerboden aus thonigen β-Schichten. Wenn irgendwo, so könnte man hier glauben, dass man nur den letzten Rest einer dem Jura aufgelagerten, einst weit verbreiteten, dann abgeschwemmten Tuffdecke vor sich habe.

Allein bereits die seichte Grube, aus welcher der zersetzte Tuff zur Weinbergsdüngung gewonnen wird, lässt vermuten, dass der Tuff nicht etwa nur einen zarten Anflug auf dem Sedimentgesteine bildet. Dies bestätigte sich mit vollster Sicherheit durch ein Bohrloch, welches am tiefsten Punkte der Grube angesetzt wurde. Die Stelle war 2,80 m tief in das Tuffvorkommen eingesenkt, so dass man

sich ungefähr mit dem ringsum anstehenden Braun-Jura in derselben Höhenlage befand. Wäre der Tuff nun lediglich aufgelagert gewesen so hätte beim Bohren sogleich das Schichtgebirge getroffen werden müssen. Es wurde jedoch noch weitere 3,60 m tief Tuff erbohrt.

Folglich liegt auch hier — also an dem Punkte unseres vulkanischen Gebietes, an welchem man das am

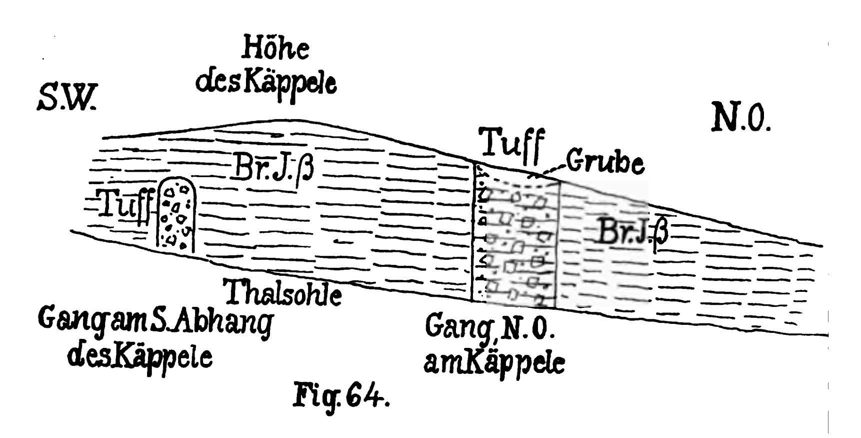


Fig. 64.

ehesten bezweifeln möchte — ganz zweifellos ein saigerer Tuffgang vor. Zur Zeit des Ausbruches dehnte sich die Alb bis in diese Gegenden aus, denn der Tuff enthält viel Weiss-Jurabrocken, α—δ; darunter solche, welche in glitzernden Marmor verwandelt sind.

89. Der Maar-Tuffgang am Südabhange des Käppele.

An dem Abhange, welcher sich von der „Käppele" genannten Höhe nach S. in das Thal hinabzieht, zeigt sich in den Äckern abermals Tuff. Derselbe wurde früher einmal versuchsweise zur Strassenbeschotterung gewonnen, erwies sich aber in der Tiefe doch als zu wenig fest. Auf solche Weise ist, nach Aussage dortiger Leute eine etwa 3 m tiefe Grube im vulkanischen Gesteine niedergebracht worden.

Allein schon dieser Umstand beweist, dass der Tuff mindestens doch 3 m tief senkrecht hinabsetzen muss. Nun zieht sich aber das vulkanische Gestein auch bis zum Walde in das Thal hinab. Das letztere beginnt erst in jener Gegend und hat dort noch keine horizontale Sohle, sondern ist noch eine einfache Kerbe. In den weichen Thonen des Unteren Braun-Jura sind derartige Thäler natürlich keine jetzt bereits abgeschlossene Bildung, sie sind vielmehr

noch in steter Vertiefung begriffen; das Thal bestand also zu miocäner Zeit noch gar nicht. Wenn daher der mittelmiocäne Tuff bis in die heutige Sohle dieses Thales hinabreicht, so ist das ein **zweifelloser Beweis dafür, dass hier abermals ein saigerer Tuffgang vorliegt.** Die auf voriger Seite stehende Fig. 64 soll ein Bild dieser Verhältnisse geben.

Da unausgesetzt von dem Gipfel des Käppele Verwitterungslehm an den Flanken hinabgespült wird, so verhüllt diese Lehmdecke das wirklich Anstehende an vielen Stellen. Es lässt sich daher der Umfang des Ganges nicht genau feststellen.

90. 91. Die beiden Maar-Tuffgänge des Bölle bei Reudern.

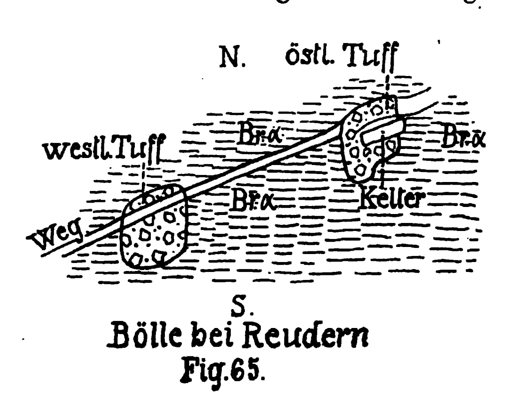
Halbwegs zwischen Dettingen und Nürtingen liegt das Dorf Reudern. Nahe bei demselben, im SW., erhebt sich mit breiter Grundfläche eine Höhe, deren Gipfelfläche aus Braun-Jura α besteht. Die geologische Karte von Württemberg giebt hier, ganz wie beim Aichelberg (No. 74), ein ausgedehntes Tuffvorkommen an. Das ist jedoch hier wie dort nicht richtig. Vielmehr handelt es sich auch hier um zwei kleine Tuffgänge, welche durch anstehenden Braun-Jura α von einander getrennt werden. Ein von NO. nach SW. verlaufender Landweg schneidet beide Punkte, wie die folgende Fig. 65 zeigt.

90. Der östliche Maar-Tuffgang am Bölle bei Reudern.

Dieses Vorkommen ist an der Strasse 30 Schritte lang und 55 Schritte breit, letzteres also senkrecht zur Strasse gemessen. Rings um diesen Tufffleck steht α-Thon an. Da das vulkanische Gestein früher wohl einmal ausgebeutet worden ist, um Weinberge zu düngen, so entstand hier eine flache Vertiefung. Deutlich steht rings um diese der Jurathon an; und zwar im O., S. und W. sogar in einem bedeutend höheren Niveau; denn dasselbe erhebt sich da, wo der Braune Jura seine höchste Stelle erreicht, 7—8 m über dem Tuff: deutlichster Beweis dafür, dass das vulkanische Gestein hier in die Tiefe niedersetzt. Die Grenze zwischen Tuff und Jura ist ziemlich scharf zu erkennen; die dort erbaute Kelter steht grösstenteils auf ersterem, nur wenig auf letzterem.

Ein Zweifler könnte freilich immer noch behaupten wollen, dass der Tuff in einer Vertiefung der bereits uneben gewesenen Oberfläche des α-Thones angeschwemmt oder auf irgend eine andere Weise abgelagert worden sei. Darum war es ein glücklicher Zufall,

dass zur Zeit meines Besuches dort eine Anzahl tiefer Löcher zum Pflanzen von Obstbäumen ausgegraben wurde. 14 derselben lagen im Braun-Jura, 6 dagegen im Tuff. Da dieselben etwa 1,3 m tief waren, so konnte man den Tuff noch weiter um diesen Betrag in die Tiefe hinab verfolgen. Um aber ganz sicher zu gehen, liess ich auch noch bohren. Das Bohrloch zeigte bis in 4,70 m Tiefe hinein unverändert vulkanisches Gestein. Dazu kämen noch jene oben erwähnten 7 bis 8 m.



Bölle bei Reudern
Fig. 65.

Es kann mithin gar keinem Zweifel unterliegen, dass auch hier ein senkrecht in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang auftritt. Derselbe besitzt einen abgerundet viereckigen Querschnitt von nur 30 und 53 Schritten Seitenlänge; es handelt sich also um eine recht enge Röhre, welche sich trotz dieser Eigenschaft beim Ausbruche mit Tuff erfüllen konnte. In dem einen der Baumlöcher fand sich ein grosser Block von Weiss-Jura α; sonst treten dort nur solche von mittlerer und geringer Grösse auf.

91. Der westliche Maar-Tuffgang auf dem Bölle bei Reudern.

Von demselben Wege wie das östliche Vorkommen wird auch dieses durchschnitten. Wie dort, so ist auch hier der Umfang ein rundlicher und zugleich von nur geringer Grösse, Fig. 65. Längs der Strasse ergeben sich 30 Schritt, senkrecht dazu 48; also fast dieselben Zahlen wie bei dem östlichen Gange. Wie dort, so ist auch hier der Tuff ausgebeutet worden, so dass eine flache Grube entstand. Namentlich an der östlichen Wand derselben ist das schnurgerade Abschneiden des Tuffes am Braun-Jura α-Thon deutlich zu erkennen. Der Tuff ist dort hart am Kontakt etwa 1,50 m tief ausgegraben, so dass auf längere Erstreckung der Jurathon sich als eine ebenso hohe senkrechte Wand der im vulkanischen Gestein angelegten Grube erhebt.

Auch hier liess ich aber noch bohren. Es wurde an der tiefsten Stelle der Grube angesetzt und gleichfalls 4,70 m tief niedergegangen,

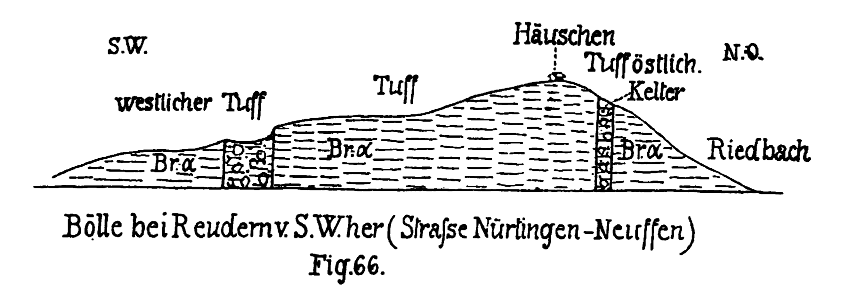
so dass wir im ganzen reichlich 6 m tief unter die Oberfläche des daneben anstehenden Braun-Jura gelangten. Es zeigte sich nur Tuff.

Mithin liegt auch hier ein senkrecht in die Tiefe gehender Tuffgang vor, welcher rundlichen Umriss und geringen Durchmesser besitzt. Zur Zeit des Ausbruches erstreckte sich die Alb, mindestens bis hinauf zum δ, in die Gegend von Reudern.

Die Weiss-Jura-Stücke des Tuffes liessen das Vorhandensein von δ, anscheinend noch sicher, erkennen. Dagegen fehlte ε, was hervorzuheben ist, da dieses negative Merkmal auch einigen anderen der nördlichen Vorposten unserer Vulkane zukommt. Ausserdem fanden sich im Tuffe von bemerkenswerteren Gesteinen Stubensandstein, fraglicher Keuper-Thon, Bohnerz-Thon und Granit.

Eine Kontaktmetamorphose fehlt hier wie dort. Zwar ist hier der Jurathon nahe dem Tuffe etwas eisenhaltig gelblich geworden; allein das ist wohl mehr auf die Einwirkung der im Kontakte eindringenden Gewässer als auf diejenige der vulkanischen Hitze zu schreiben.

So ergiebt sich also für das Bölle bei Reudern das folgende Bild:



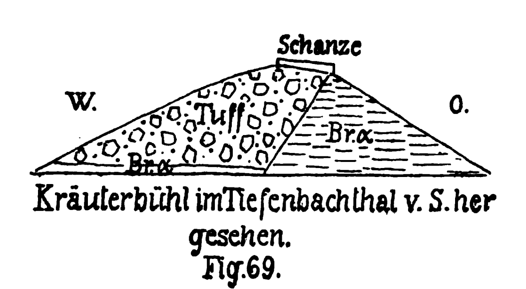
Bölle bei Reudern v. S.W. her (Strasse Nürtingen-Neuffen)
Fig. 66.

92. Der Maar-Tuffgang am Kräuterbühl im Tiefenbachthale, SO. von Nürtingen.

Gerade südlich von den soeben beschriebenen beiden Tuffgängen am Bölle bei Reudern liegt in kaum 2 km Entfernung abermals ein Vorkommen vulkanischen Tuffes. Dasselbe befindet sich hart an der von Nürtingen aus im Tiefenbachthale hinaufziehenden Fahrstrasse. Das Thal ist dort in den Unteren Braun-Jura eingeschnitten. Aus dem bewaldeten Thalgehänge springt einem Kugelknopfe gleich ein Berg in das Thal hinein, welcher jedoch an der Rückseite bereits durch eine tiefe Erosionskerbe vom Thalgehänge abgeschnürt ist. Der Gipfel des gleichfalls dicht bewaldeten Kegels ist von einer alten

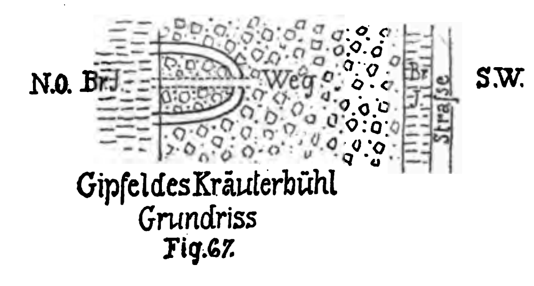
Schanze, einem kreisförmigen Wallgraben, gekrönt. Dieselbe ist vorn, nach SW., geschlossen, hinten, im NO., aber offen. Von einer Ruine, wie die Karte angiebt, ist nichts oder doch nichts mehr zu sehen.

Erklimmt man diesen Bühl von der Strassenseite her, so zeigt sich an seinem Fusse noch etwas Jura-Thon. Dann aber aufwärts, soweit der Waldboden das eben zu erkennen erlaubt, vulkanischer Tuff bis zum Gipfel hinauf. Dort hat der Befestigungsgraben einen guten Aufschluss geschaffen, welcher jetzt freilich bewachsen ist. Deutlich kann man jedoch sehen, dass der hintere Teil des Grabens, da wo die Schanze offen ist, bereits wieder den Braun-Jura-Thon durchfährt. Hier ist der Kontakt; und zwar lässt er sich auf beiden Schenkeln des kreisförmigen Grabens erkennen, so dass man ihn in gerader Linie verfolgen kann. Es ergiebt sich daher das folgende Bild in Fig. 67.



Kräuterbühl im Tiefenbachthal v. S. her gesehen.
Fig. 69.

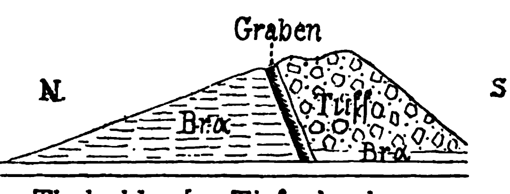
Wir finden also dieses Tuffvorkommen durch Braun-Jura α begrenzt: unten nahe der Thalsohle im SW. und oben auf dem Gipfel im NO. Auch auf den beiden anderen Flanken des Bühls lässt sich die Kontaktlinie ziemlich gut verfolgen, soweit dies eben der Waldboden gestattet. Namentlich ist das auf der nach NW. hin abfallenden Flanke der Fall. Stellt man sich wieder auf die von Nürtingen aus im Tiefenbachthale nach Owen hinführenden Strasse und richtet den Blick auf den Kräuterbühl, so sieht man linker Hand am Berge einen Graben, welcher vom Gipfel aus auf den Beschauer zu läuft. Links, also nördlich dieses Grabens, besteht der Bergabhang auf eine Erstreckung von 165 Schritt längs der Strasse aus Braun-Jura α; südlich dagegen auf eine Erstreckung von 100 Schritt aus Tuff, wie das die folgende Abbildung in Fig. 68 zeigt.



Gipfel des Kräuterbühl
Grundriss
Fig. 67.

Der Graben läuft also auf der Kontaktlinie zwischen dem vulkanischen und sedimentären Gesteine entlang. Eine so scharfe Kontaktlinie spricht entschieden gegen die Annahme, dass ersteres an letzteres angelagert sei; denn in diesem Falle müsste ein sehr steil, nahezu senkrecht abgestochener Berg aus Braun-Jura-Thon vorhanden gewesen sein, an dessen steile Böschung der von anderer Stelle her verfrachtete Tuff angelagert wurde. Ein derartiges Verhalten ist vielmehr ungezwungen nur durch die Annahme zu erklären, dass hier ein Tuffgang von etwa 100 Schritten Durchmesser im Braun-Jura aufsetzt.

An der entgegengesetzten nach S. fallenden Flanke des Berges lässt sich die Grenze nicht so scharf verfolgen; immerhin aber bietet sich auch hier ungefähr das obige Bild, Fig. 68, welches den Kräuterbühl darstellt, gesehen von den ostwärts der Strasse gelegenen Äckern aus. Auch hier wieder besteht der östliche Teil des Bühls aus Braun-Jura, der westliche aus Tuff. Wir haben also ein ganz ähnliches Verhalten wie am Lichtenstein (S. 339 u. 341, No. 71).



Kräuterbühl
Fig. 68.

Um aber allen etwaigen Zweifeln über die Gangnatur den Boden zu entziehen, liess ich auch hier bohren, und zwar an der nach der Strasse zu gelegenen Seite. Hart an der Strasse bezw. Thalsohle konnte das nicht geschehen, weil hier der Braun-Juramantel des Ganges sich noch etwa $1^1/_2$ m hoch hinaufzieht. Es wurde daher das Bohrloch in entsprechender Höhe im Walde angesetzt und 6,50 m tief niedergebracht. Dasselbe förderte nur Tuff zu Tage und reichte etwa 1 m tief unter die Thalsohle hinab.

Es stellt mithin auch der Kräuterbühl einen Tuffgang dar, welcher im Braun-Jura α aufsetzt. Der nördliche und der östliche Abhang des Berges bestehen noch aus α-Thon. Nach S. und W. dagegen ist der Tuff fast bis in die Thalsohle hinab entblösst, indem der Juramantel hier bereits durch die Erosion entfernt wurde. Ganz bis in die Thalsohle hinab kann sich der Tuff deswegen nicht ziehen, weil der Gang nicht bis an die Strasse sich erstreckt, mit-

hin hier am Fusse des Berges noch ein winziger Rest des Juramantels erhalten ist; wiederum genau wie bei dem Lichtenstein.

Der Tuff ist der gewöhnliche, doch zeigen sich keine grossen Stücke des Weiss-Jura. Ein einziges 4—6 Köpfe grosses Stück von δ lag oben auf dem Gipfel. Jüngere Schichten, also ε, waren anscheinend nicht vertreten; es ist das hervorzuheben, da dieses negative Merkmal bei mehreren der nördlichst gelegenen Tuffgänge zutrifft. Von sonstigen erwähnenswerten Stücken fanden sich Bonebed, Sandstein, Bohnerz und ein Stückchen Granit. Bei dem Fehlen jeglichen Aufschlusses und der Bewaldung des Bodens sind indessen von vornherein in dieser Hinsicht nur ärmliche Funde zu erwarten.

Durch Lagerung und Bohrung ist mithin erwiesen, dass in dem Kräuterbühl ein Tuffgang vorliegt. Jetzt setzt derselbe im Braun-Jura α auf. Dass aber zur Zeit des Ausbruches sich an dieser Stelle noch die Alb bis mindestens hinauf zum Weiss-Jura δ erhob, wird durch die dem Tuffe beigemengten Gesteinsstücke bewiesen.

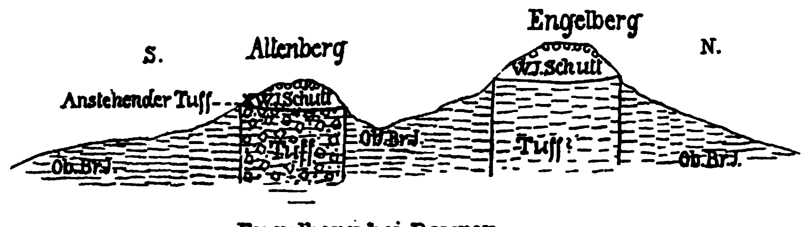
IIId. Die im Vorlande der Alb, zwischen dem Tiefenbach und der Steinach gelegenen Maar-Tuffgänge.

93. 94. Die beiden Maar-Tuffgänge des Engelberges und des Altenberges bei Beuren.

Ungefähr 1 km nördlich von Beuren erhebt sich ein Doppelkegel. Der südlichere wird Altenberg, der nördlichere Engelberg genannt. Dieser letztere, etwas höher als der andere, ragt 562 m hoch empor. Der Fuss beider Berge besteht aus Thonen des Oberen Braun-Jura. Auf diesen beiden Sockeln liegt je ein ovaler, hoch aufragender Wulst, welcher ungefähr in nordsüdlicher Richtung langgestreckt ist. Dieselben sind mit Rasen bedeckt und werden gebildet durch Schuttmassen von Weiss-Juragesteinen. Oben auf den Gipfeln, besonders am S.-Ende des Altenberges, liegen riesige Blöcke derselben, δ und ε angehörig. Alle Weiss-Jurakalke erwiesen sich als hellfarbig, nur ein einziges gerötetes Stück fand sich. Auch mehrere Stückchen von Stubensandstein las ich auf. Das könnte beweisend sein für eruptive Natur dieser Hügel. Aber solch Stückchen Sandstein könnte doch aus dem Dorf stammen. Liegen doch auch oben auf dem Gipfel Stücke von Ziegelsteinen.

Beide Berge gleichen durchaus manchen unserer Schuttkegel, bei

welchen man bisher noch keinerlei Tuff, sondern nur Weiss-Juramassen gefunden hat, die trotzdem aber vulkanisch sind. Gerade südlich dieses Doppelberges, kaum 2 km entfernt, liegt am Fusse der Alb ein derartiger Schuttkegel bei Beuren, No. 129. Die geröteten Kalke desselben und ein Stückchen Granit verraten dort mit Sicherheit, dass es sich nicht einfach um einen Erosionsrest der Alb handelt, sondern um eine vulkanische Bildung; dass wir also den Schuttmantel eines Tuffganges vor uns haben. Aber von Tuff ist nichts zu entdecken. Noch auf ganz demselben Standpunkte der Entwickelung steht bei unserem Doppelkegel der Engelberg, obgleich hier nicht einmal gerötete Kalke erscheinen. Auch hier tritt nirgends vulkanisches Gestein unter dem Schuttmantel zu Tage.



Engelberg bei Beuren
Fig. 70.

93. Der Maar-Tuffgang des Altenberg N. von Beuren.

Bereits einen kleinen Schritt weiter als bei dem oben genannten Engelberg, ist es bei dem Altenberg gegangen. Hier schaut an der S.-Seite der Tuffkern aus dem dort zufällig dünnen oder zerrissenen Schuttmantel hervor. Die Stelle ist auf obenstehender Abbildung mit einem Kreuz bezeichnet. Sie ist nur klein, genügt aber vollständig, um jeden Zweifel an dem eruptiven Inhalte dieses Schuttkegels zu bannen, wenn auch nun gerade hier rote Kalke fehlen. Geht man dort an der oberen Grenze des Weinberges entlang, so steht deutlich Thon des Oberen Braun-Jura an. Plötzlich zeigt sich daneben Tuff, im selben Niveau! Der Braune Jura-Thon bildet also hier einen Mantel um einen Tuffkern. Dieser Mantel ist an der kleinen Stelle durch die Erosion abgeschält, so dass der Kern blossgelegt ist. Der Kopf des letzteren aber ist mit einer dicken Kappe von Weiss-Juraschutt bedeckt, welche alles verhüllt.

Obgleich also der Altenberg genau ebenso ein harmloser Kegel von Weiss-Juraschutt zu sein scheint, wie

sein ihm dicht benachbarter Zwillingsbruder, der Engelberg; obgleich er das ferner in noch höherem Masse zu sein scheint als der 2 km südlich gelegene Kegel No. 129, welcher doch wenigstens gerötete Kalke und ein Stück Granit lieferte — so liegt doch im Altenberg ein in die Tiefe setzender Tuffgang vor. Dessen Weiss-Juraschuttmantel ist zufällig an einer winzigen Stelle zerrissen und lässt auf solche Weise den Tuffinhalt heraustreten, welchen zweifellos auch die beiden anderen genannten Berge besitzen.

94. Der Maar-Tuffgang des Engelberg N. von Beuren.

Die Analogie spricht mit überwältigender Wahrscheinlichkeit dafür, dass auch hier ein Tuffgang vorliegt, denn die äussere Erscheinung ist vollkommen dieselbe wie beim Altenberg.

Unhaltbar wäre jedenfalls die Annahme, dass der Engelberg ursprünglich zum Altenberg zugehört hätte; dergestalt, dass anfänglich nur ein einziger, langgestreckter Schuttwall vorgelegen hätte, welcher nachträglich durch die Erosion in zwei Kegel zerschnitten wäre. Es steht nämlich in dem Einschnitte zwischen beiden Kegeln Oberer Braun-Jura an; derselbe zieht sich auch noch am Fusse beider Kegel in die Höhe.

Wenn nun am Altenberg der Tuff nicht an der einen kleinen Stelle zu Tage träte, dann könnte man seine eruptive Natur nicht beweisen. Man könnte ihn daher als einen auf den Braun-Jura aufgelagerten Erosionsrest der Alb oder als eine durch Bergsturz abgerutschte Masse betrachten. In diesem Falle wäre das zu Tagetreten des Oberen Braun-Jura zwischen beiden Kegeln durchaus vereinbar mit der Annahme, dass letztere erst durch die Erosion aus einem einzigen langgezogenen Schuttwalle herausgeschnitten seien. Der Umstand jedoch, dass bei dem Altenberg die eruptive Natur sich darthun lässt, spricht notwendig für diejenige der Engelberg-Masse. Ist das aber der Fall, dann müssen dem Engelberg und dem Altenberg zwei getrennte Tuffgänge zu Grunde liegen und nicht ein einziger langgestreckter; denn anderenfalls müsste in dem Sattel zwischen ihnen vulkanischer Tuff, nicht aber Braun-Jura zu Tage treten.

So haben wir also mit grösster Wahrscheinlichkeit dicht nebeneinander zwei Durchbohrungen der Erdrinde; möglich wäre es ja, dass dieselben in geringer Tiefe

bereits in eine einzige übergehen. Aber Gleiches müssten wir dann auch bei anderen nahe beieinander liegenden Punkten annehmen. Wahrscheinlich ist mir das nicht.

95. Der Maar-Tuffgang nördlich von Beuren an der Strasse ins Tiefenbachthal.

Ausser dem Altenberg und Engelberg zeigt die geologische Karte von Württemberg im N. von Beuren noch zwei weitere Punkte: Ein Tuffvorkommen und eine tuffähnliche Bildung. Sie liegen 1 und $1^1/_2$ km von diesem Orte entfernt. Der südlichere der beiden wird dort als Tuff bezeichnet; er ist jedoch auf der hier beigegebenen Karte von mir gar nicht eingezeichnet worden, weil ich mich von dem Vorhandensein weder des vulkanischen Gesteins noch auch nur tuffähnlicher Bildung überzeugen konnte, No. 6. Der nördlichere dagegen, dort als tuffähnliche Bildung aufgeführt, ist wieder umgekehrt auf meiner Karte als echte Tuffbildung eingetragen, weil sich hier das vulkanische Gestein nachweisen lässt.

Offenbar muss Deffner, welcher Blatt Kirchheim der geologischen Karte aufnahm, hier eine Verwechselung gemacht haben. Sein Text giebt keinen Aufschluss darüber, denn er erwähnt diese beiden Punkte nur mit wenigen Worten. Nachdem er S. 34 von Schuttbreccien gesprochen hat, welche wohl im Innern Tuff bergen mögen, sagt er: „Ebenso . . . . . . die beiden Punkte nördlich vonBeuren." Ich streiche also den südlichen ganz und zeichne nur den nördlichen ein.

Dieser letztere liegt 454 m über dem Meere und bildet einen an der Landstrasse von Beuren ins Tiefenbachthal gelegenen kleinen von OSO. nach WNW. gestreckten Hügel auf Mittlerem Braun-Juragebiet. An der Landstrasse befindet sich ein Aufschluss, welcher den Tuff blosslegt. Spricht schon das Dasein einiger grosser Weiss-Jurablöcke für die Selbständigkeit dieses Tuffpunktes als Ausbruchsstelle, so wird dies noch verstärkt durch das Auffinden von Basaltkugeln im Tuffe. Letztere machen es wahrscheinlich, dass in keiner allzugrossen Tiefe in dem Tuffe ein Basaltgang aufsetzt.

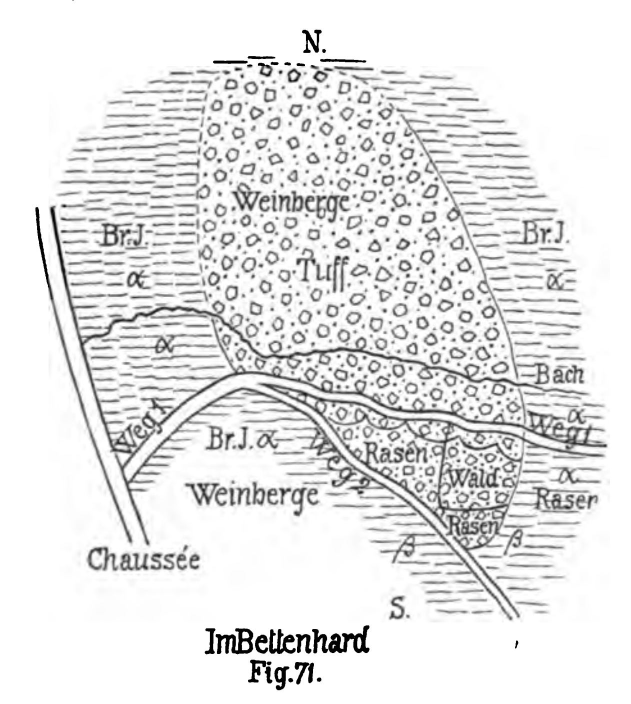
Wenn sich daher auch durch die Lagerung die Selbständigkeit dieses Ausbruchspunktes nicht darthun lässt, so wird eine solche doch durch obige Gründe sehr wahrscheinlich gemacht.

96. Der Maar-Tuffgang der „Sandgrube" im Bettenhard, NO. von Linsenhofen.

Am nördlichen Ende des Dorfes Linsenhofen geht von der nach Nürtingen führenden Chaussee ein Landweg, ich nenne ihn Weg 1,

in östlicher Richtung ab. Derselbe verläuft in dem hier von den Braun-Jurahöhen herabziehenden Thale; jedoch nicht ganz unten in der Thalsohle, sondern in einiger Höhe über derselben auf dem linken Gehänge. Man hat also, wenn man diesem Wege folgt, zur Linken, nördlich, in einiger Tiefe unter sich die Thalsohle, zur Rechten, südlich, dagegen steigt der Abhang in die Höhe.

Dieser Weg 1 schneidet zuerst in anstehenden Braun-Jura α ein; bald darauf in Tuff, und zwar auf einer Erstreckung von 280 Schritten, danach dann abermals in α-Thon. So durchquert



Im Bettenhard
Fig. 71.

der Weg 1 den Tuffgang und vor wie hinter diesem sein Nebengestein ungefähr von W. nach O. Der Kontakt zwischen dem geschichteten und dem vulkanischen Gestein ist an beiden Seiten sehr genau zu verfolgen.

Sowie man auf Weg 1 den Tuff erreicht hat, zweigt sich rechts der Weg 2 ab. Dieser führt am Abhange in die Höhe und verläuft auf dem Kontakt zwischen Jura und Tuff. Diese Linie zieht also in südöstlicher Richtung hinauf; zur Rechten die Weinberge stehen im Braun-Jura α; zur Linken der mit Rasen bedeckte Abhang im Tuff. Oben auf der Höhe angekommen findet man be-

reits β über α liegend. Hier lässt sich der Kontakt sehr scharf weiter verfolgen. Wie mit dem Lineal abgeschnitten hört der Tuff auf; Braun-Jura β liegt jenseits dieses Striches. Verfolgt man letzteren, so biegt die Kontaktlinie dann bald in etwa NNO.-Richtung um und läuft in gerader Linie am Abhang wieder hinab; zur Linken Tannenwald im Tuff, zur Rechten berasten α-Thon. So haben wir also am Gehänge hinanlaufend zwei konvergierende Grenzen, welche oben auf der Höhe in einer abgestumpften Spitze zusammentreffen.

Es ergiebt sich mithin ein etwas anderes Bild als auf der geologischen Karte von Württemberg. Dort endet die tufferfüllte Spalte plötzlich weit klaffend mit westöstlichem Abbruche, was von vornherein einen unnatürlichen Eindruck macht. Hier ergiebt sich in Wirklichkeit ein ovales Auskeilen der Spalte, d. h. ein röhrenförmiger Kanal ovalen Querschnittes. Die Abbildungen Fig. 71 und 72 gestatten den Vergleich.

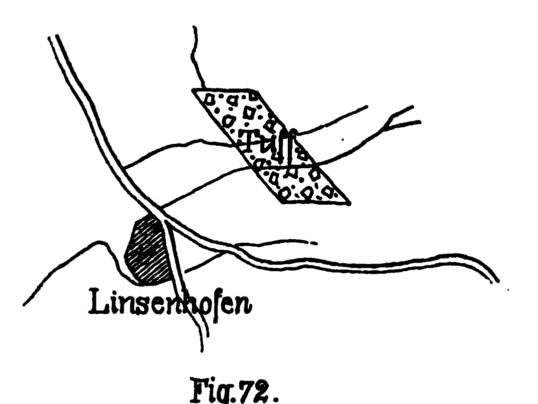
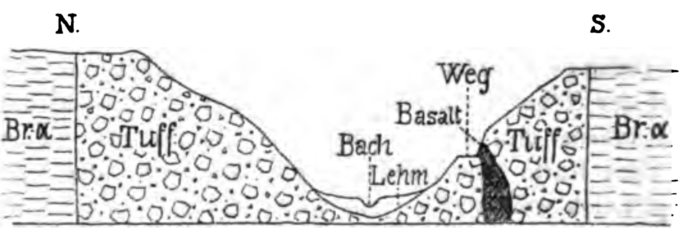


Fig. 72.
Kopie der geol. Karte von Württ.

Verlassen wir nun dieses südliche Ende des Ganges, um denselben in seiner nördlichen Ausdehnung kennen zu lernen. Wir steigen vom Wege 1 aus in das Thal hinab. Hier ist die Bachsohle mit von oben herabgeschwemmtem Jura-Thon überdeckt, daher kein Tuff zu sehen. Wenn man aber jenseits des Baches nach N. am Abhange in die Höhe steigt, so wird sehr bald wieder der Tuff erkennbar; allerdings in den dortigen Weinbergen auch z. T. durch von oben herabgespülten Jura-Thon verhüllt. Dadurch wird die Kontaktlinie hier mehr verwischt; namentlich gilt das von dem nördlichen Ende des Ganges, an welchem ich die Grenze nur punktiert zeichne. Mir will es scheinen, als ob die geologische Karte von Württemberg den Gang zu langgestreckt wiedergiebt; als ob letzterer also mehr den ungefähr ovalen Querschnitt besitze, wie ich ihn in Fig. 71 zeichne. Er reiht sich auf solche Weise auch vollständig unsern andern Tuffgängen an, wogegen nach jener Darstellung das jäh abgebrochene Beginnen und Aufhören einer langen Spalte etwas Unnatürliches hat. Indessen die topographische Karte

lässt ohne Höhenkurven und bei ihrem hierfür zu kleinen Massstab im Stich. Ich liefere also nur eine flüchtig im Felde gemacht Skizze, welche in den Verhältnissen nicht genau ist. Ein Schnit von S. nach N. würde das folgende Bild ergeben.



Sandgrube im Bettenhardt bei Linsenhofen
Fig. 73.

In dem Tuffe fanden sich Weiss-Jurastücke bis hinauf zum teils schwarz, teils rot gebrannt, wie das gewöhnlich der Fall is Auch rotgebrannter Sandstein des Braun-Jura β findet sich. Das Knollenmergel aus dem Keuper und schwarze glasige Stücke. Ic glaube nicht, dass letztere vulkanisch sind. Solche Gläser, wo s sich in unserem vulkanischen Gebiete auch finden, sind wohl imm Kunstprodukte.

Deffner führt an, dass er hier, im Tuffe aufsetzend, den Au läufer eines Basaltganges gefunden habe. Auf diese Aussage hi zeichne ich denselben in Fig. 73 ein. Trotz mehrmaligen Besuch dieser Stelle konnte ich nichts von demselben sehen. Aber da beweist nichts. Die äussersten Spitzen solcher Apophysen in unsere Tuffen sind stets ein in Kugeln oder unregelmässige kleinere Stück zerfallendes Gestein. Es kann daher sehr leicht sein, dass der au dem Tuffe herausschauende Basaltschutt entfernt wurde, worauf di Stelle sich mit herabrieselndem Tuffe überdeckte. Bei dem 4. Gang oben an der Gutenberger Steige No. 45 wird auf solche Weis auch bald die von mir gefundene Spitze einer Basaltapophyse au dem Tuffe verschwunden sein, so dass dann, falls dort nicht zufälli noch weiter unten am Abhange Basalt aus dem Tuffe hervorträt spätere Beobachter an dem Dasein des Basaltes zweifeln könnte In solcher Weise ist der Basalt am Kraftrain No. 76 schon gar verschüttet. So mag sich die Sache also auch hier verhalten un es ist nicht der mindeste Grund, an Deffner's Angabe zu zweifel

Ganz abgesehen von diesem durch Deffner fest gestellten, jetzt nicht mehr sichtbaren Basaltgang

im Tuffe lassen die Lagerungsverhältnisse, namentlich an der südlichen Hälfte der Tuffmasse, keinen Zweifel an der Gangnatur derselben übrig. Das Vorkommen von Weiss-Jura ε im Tuffe beweist, dass die Alb zur Zeit des Ausbruches hier noch bis zu dieser hohen Stufe hinauf anstand. Das scheint die nördlichste Grenze von ε an dieser Stelle unseres Gebietes gewesen zu sein, denn in den weiter nördlich gelegenen Tuffmassen ist Weiss-Jura nur bis δ hinauf bekannt.

Als Namen für diesen Gang habe ich den von Deffner angewendeten „Sandgrube im Bettenhard" gewählt. Ich hörte im Dorfe die Bezeichnungen „Katzengarten" und „Schwarzer Acker" für die südlich des Baches gelegene Gegend.

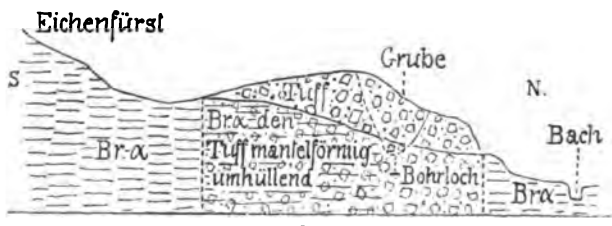
III e. Die im Vorlande der Alb, zwischen Steinach und Erms gelegenen Maar-Tuffgänge.

Auf diesem Raume tritt uns eine ganz besonders grosse Zahl vulkanischer Punkte entgegen. Der besseren Übersicht halber wollen wir dieselben daher in eine Anzahl von Gruppen teilen. Wir erhalten auf solche Weise die Gruppe bei Kohlberg, diejenigen bei Metzingen, bei Grafenberg und bei Gross-Bettlingen. Zu diesen gesellen sich als vereinzelte Vorkommen dasjenige bei Frickenhausen und dasjenige im Humpfenbachthal. Der Jusiberg, dessen gewaltige Masse alle diese kleineren Punkte weit überragt, sowie der kleine St. Theodor sind bereits bei den am Steilabfalle der Alb auftretenden Gängen besprochen worden. Ich beginne mit dem ersteren der zuletzt erwähnten Einzelvorkommen.

97. Der Maar-Tuffgang des Burrisbuckel im Egart, SW. von Frickenhausen.

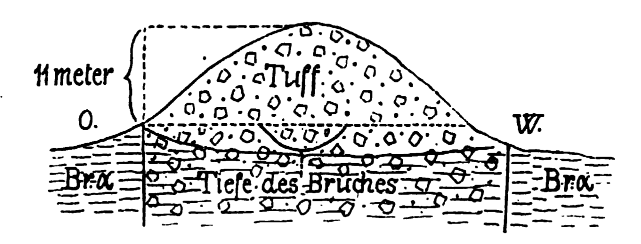
Dieses Vorkommen liegt ungefähr 1 km südwestlich von Frickenhausen, am NW.-Fusse des bewaldeten, aus Braun-Jura α und β aufgebauten Eichenfürst-Berges. Hier erhebt sich, am Thalrande des dort vorbeifliessenden Lenghardtbaches, aus Braun-Jura α-Gelände ein kreisrunder Bühl, der Burrisbuckel. Ein grosser Bruch erschliesst den Tuff desselben bis in das Innerste hinein, so dass im Hintergrunde eine senkrechte Tuffwand von etwa 14 m Höhe angeschnitten ist. Es zeigt sich überall nur massiger Tuff, viel grosse Stücke von Weiss-Jura α, β und δ enthaltend. Auch ein Stück zerbröckelnden altkrystallinen Gesteines, sowie eine Basaltkugel fanden sich; dazu Stubensandstein und fraglicher roter Keuperthon.

Schichtung ist nirgends vorhanden. Die scheinbaren Spuren einer solchen bestehen aus Absonderungsflächen, welche steil im Sinne des Bergabhanges fallen. Wir können Derartiges häufig bei unseren Tuffen beobachten. Auch eine gewisse Abrundung, welche die ganz kleinen unter den Weiss-Jurabrocken hier oft zeigen, darf nicht auf Einfluss von Wasser gesetzt werden. Das ist nur die Folge davon, dass jene Stückchen die Rolle von Spielbällen während des Aus-



Burrisbuckel v. O. her gesehen
Fig. 74.

bruches zu ertragen hatten. Wie sollten im Wasser so viel Stücke des schieferigen Braun-Jurathones sich durchaus unversehrt und eckig erhalten haben? Diese müssten ganz zerrieben worden sein in der



Burrisbuckel v. N. her gesehen
Fig. 75.

Zeit, welche das Wasser gebraucht hätte, um jenen Kalkstückchen die gewisse Abrundung zu verleihen. Abgesehen von den Absonderungsflächen im Sinne des Bergabhanges zeigt sich auch hier und da eine Neigung zu polyëdrischer Absonderung, wie wir solche gleichfalls z. B. bei Scharnhausen No. 124 und einigen anderen Orten finden.

Die Lagerungsverhältnisse sind die folgenden: Der Tuffhügel erhebt sich aus Braun-Jura α-Gelände und lehnt sich mit seiner Rückseite, im S., zugleich an den aus α bestehenden Fuss des Eichenfürst an. Er ist also ein Kugelknopf-artig in das Thal hineinragen-

der Vorsprung des letzteren Berges, wie wir das vielfach bei unseren Tuffen beobachten können. So ergeben sich die beiden folgenden Ansichten, deren eine die Verbindung mit dem Eichenfürst, deren andere die Erscheinung des Bühls rechtwinkelig dazu, also von N. her, giebt.

Wie man bei der N.-Ansicht, Fig. 75, beobachten kann, geht vorn, neben dem Steinbruche, der Braun-Jura an der O.-Seite etwas höher am Tuffe hinauf als auf der W.-Seite; er bleibt hier ungefähr 11 m unter dem Gipfel des Bühls. Die andere Ansicht Fig. 74 lässt erkennen, wie dieser selbe Braun-Jurathon, den wir soeben vorn an der O.-Seite fanden, sich nun, je mehr wir uns südwärts dem Eichenfürst nähern, an der Flanke des Bühls mehr und mehr bergauf zieht, bis er schliesslich oben in den Braun-Jurafuss des Eichenfürst übergeht.

Wäre nun der Tuff nur auf einen schrägen Jura-Abhang aufgelagert, so könnte er hier oben nur eine ganz geringe Mächtigkeit besitzen, und unten, vorn an der O.-Seite der Grube, dürfte er nur ungefähr 11 m mächtig sein. Man findet ihn aber in der Grube bis zu 14 m Tiefe aufgeschlossen, vom Gipfel an gerechnet. Der Tuff reicht also um etwa 3 m tiefer, als er bei Auflagerung dürfte, hinab; er geht 3 m unter das Niveau des benachbarten Braun-Jura hinab. Mit dem Gedanken einer Auflagerung auf letzterem wäre ein solches Verhalten nur dann zu vereinen, wenn der Tuff zufällig in einer 3—4 m messenden Vertiefung der Oberfläche des Braun-Jura abgesetzt wäre.

Eine solche Annahme hat aber etwas sehr Gezwungenes, und das um so mehr, als wir auch in ziemlich vielen anderen Orten unseres Gebietes immer dieselbe Annahme machen müssten. Um jedoch sicher zu gehen, liess ich im tiefsten Punkte der Grube noch bohren. Bei Auflagerung hätte unter dem Tuffe Jurathon erbohrt werden müssen. Es wurde jedoch bis zu 3,80 m Tiefe hinab nur Tuff gefördert. Folglich waren wir im Tuff um ungefähr 6—7,80 m tiefer als der nahebei an der O.-Seite anstehende Braun-Jura α.

Aus dem Gesagten ergiebt sich daher mit Sicherheit, dass wir auch im Burrisbuckel bei Frickenhausen einen Tuffgang vor uns haben, welcher an Ort und Stelle durch einen Ausbruch entstand, und aus seinen bis zum Weiss-Jura δ hinaufreichenden Einschlüssen folgt, dass sich zur Zeit des Ausbruches die Alb hier befand. Der an der O.- und W.-Seite des Buckels sich südwärts immer höher hinaufziehende Jurathon ist daher nichts anderes als der Mantel,

welcher den in die Tiefe setzenden Tuffgang umkleidet. Er ist das Nebengestein, nicht aber das Liegende des Tuffes.

Die Gruppe bei Kohlberg.

Das Häldele. Das Bölle bei Kohlberg. Der Punkt im Authmuthbache.

Rosenkranzförmig sind dem N.-Fusse des Jusi, in der geringen Entfernung von 1 bis $1^1/_2$ km, drei vulkanische Massen vorgelagert, welche das Dorf Kohlberg im N. umgürten. Sie liegen auf einer geraden, von WSW. nach ONO. streichenden Linie. Gegenüber der riesigen Gestalt des Jusi erscheinen sie, in der Natur wie auf der Karte, nur wie Punkte gegenüber einem gewaltigen Flecke. Bei oberflächlicher Beschauung ist man leicht geneigt, diese vier Punkte in ein Abhängigkeitsverhältnis zum Jusi zu bringen, sie als Erosionsreste einer einst um ihn ausgebreitet gewesenen Decke aufzufassen, deren Asche vielleicht vom Jusi ausgeworfen wurde. In der That enthält auch keiner derselben grössere Weiss-Jurablöcke, sondern nur kleine Stücke dieses Gesteins; ganz wie man dies bei Massen, welche der Jusi bis in eine solche Entfernung hin geschleudert hätte, nicht anders erwarten könnte.

Wenn irgendwo, so hatte hier die Untersuchung die Aufgabe, Klarheit darüber zu verschaffen, ob dem wirklich so sei oder ob doch selbständige Ausbruchspunkte vorlägen; denn nirgends sonst erschien jene erstere Auffassung, durch das Verhältnis der gegenseitigen Grössen und Lagen, so einleuchtend wie hier. Aber auch hier lehrt die Untersuchung in allen drei Fällen, dass eine solche Auffassung falsch ist, dass wir drei selbständige Ausbruchspunkte vor uns haben.

Gemäss ihrer so sehr viel kleineren Masse und ihrer dem Jusi gegenüber nördlicheren Lage — denn die Abtragung der Alb schreitet ja von N. nach S. vorwärts — sind diese drei Punkte bereits bis zu grösserer Tiefe abgetragen als der Jusi. Erhebt sich letzterer noch aus Oberem Braun-Jura, so schauen diese bereits aus der β- und α-Stufe heraus.

98. Der Maar-Tuffgang des Häldele, NO. von Kohlberg.

Dieses vulkanische Vorkommen ist höchst überraschender Natur. Im NO. von Kohlberg macht sich ein kleiner Berg, das Häldele, bemerkbar, welcher sofort den Verdacht wachruft, dass hier einer unserer vulkanischen Bühle vorliegen möchte. Die Art des Auftretens ist ganz dieselbe wie beim Florian No. 101, Georgenberg No. 121 und

anderen: Am vorderen Ende einer nach N. vorspringenden Zunge von Braun-Jura, hier γ, erhebt sich auf dieser ein abgerundeter Kegel zu verhältnismässig unbedeutender Höhe. Dagegen fällt er nach den drei anderen Seiten hin in weit grössere Tiefe ab, so dass er von diesen aus betrachtet, einen viel stattlicheren Eindruck hervorruft. So verhält sich denn auch das Häldele.

Die N.-Seite dieses Berges ist mit Wald bedeckt; die S.-Seite in der unteren Hälfte mit Äckern, in der oberen mit Weinbergen (Fig. 76a). Quer über den Gipfel läuft in der Mittellinie des Berges die Grenze zwischen Wald und Weinberg in Gestalt eines berasten Weges; ich nenne ihn Weg 1. Wie fast stets, so ist auch hier im Walde wenig Genaues zu beobachten, da der Waldboden alles verdeckt. Das zu Sagende bezieht sich daher auf die mit Weinberg und Acker bedeckte Hälfte, welche sich dem Blicke des auf der Strasse von Neuffen nach Kohlberg Wandernden darbietet. Die



Das Häldele bei Kohlberg Fig. 76.

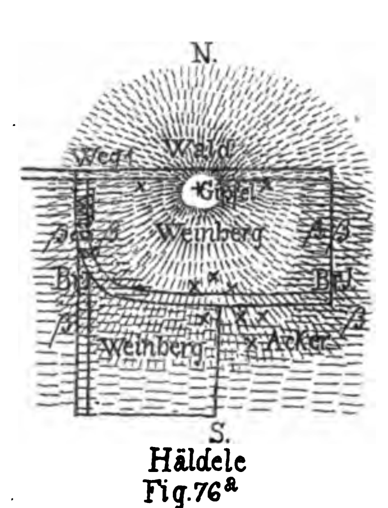
Verhältnisse, welche uns hier entgegentreten, sind höchst überraschende. Man meint, dass der ganze Bühl Tuff zeigen werde. Aber das ist ganz und gar nicht der Fall; er zeigt meistens Jurathonboden; und doch besteht er aus Tuff.

Wir nähern uns dem Häldele von Kohlberg aus, indem wir auf dem über die γ-Zunge dahinführenden Wege gehen. Am Ende derselben trennt eine kleine Einsenkung, Fig. 76, die Zunge von dem Kegel des Häldele. Von ferne meint man, dass diese Senke die Grenze zwischen Jura und Tuffkegel bilden werde. Allein das ist nicht der Fall, dieselbe schneidet vielmehr aus dem Braun-Jura γ in das darunterliegende β ein; und der jenseitige Anstieg auf den Bühl führt gleichfalls zunächst noch über anstehenden Jura. Wir gehen nun auf Weg 1 an der Grenze zwischen Wald und Weinberg aufwärts: Wir haben Jurathonboden an einer Stelle aber, in Fig. 76a, mit × bezeichnet, treffen wir etwas Tuff, welcher hier in der Tiefe ansteht, wie durch Nachgraben festgestellt wurde[1]. Sofort aber

[1] Die Weinberge werden, wenn sie auf Jura-Boden liegen, soweit das eben angeht, mit vulkanischem Tuffe überdüngt; wenn sie dagegen, was seltener der Fall, auf Tuffboden liegen, umgekehrt mit Braun-Jura-Thon. Man kann

stellt sich wieder Jurathonboden ein. Auf den Gipfel hinauf und jenseits weiter hinab hält derselbe an. Aber auch oben auf dem Gipfel zeigte sich beim Nachgraben Tuff unter einer 1—2 Fuss mächtigen Krume von Jurathonboden. Genau das Gleiche gilt von einer dritten Stelle am Abstiege auf diesem Wege, dicht unterhalb des dort am Waldrande stehenden kleinen Häuschens, in einem Hopfengarten. Auch hier, oben Jurathonboden-Krume, darunter Tuff. Zweifellos also besteht der Berg auf diesem Wege aus Tuff, welcher verhüllt ist von jener Krume.

Wir steigen nun quer durch den Weinberg an der S.-Seite hinab. Dort durfte ich nicht graben oder bohren. Überall Jurathonboden und dieser muss dort mindestens 2—3 Fuss tief sein, denn so tief werden ja die Weinberge umgegraben. Wäre man hierbei auf Tuff gestossen, so würde er an die Oberfläche gebracht worden sein. Und doch muss das vulkanische Gestein auch hier in der Tiefe anstehen. Das zeigt sich weiter unten, an den mit × bezeichneten Stellen, im Weinberge und auf dem Acker, welcher rechtwinkelig in den Ausschnitt zwischen oberen und unteren Weinberg eingreift. Dieser Acker lässt den Tuff ohne weiteres an seiner Oberfläche erkennen; hier fehlt jene Krume über demselben. Aber ganz nahebei im Weinberge ist sie wieder vorhanden und ein Aufschluss legte an einer Stelle unter ihr den Tuff frei. Ich beschreibe dieselbe näher mit Hilfe der Fig. 76a.



Häldele
Fig. 76a

Wie diese Skizze erkennen lässt, kann man einen oberen breiteren und einen unteren schmaleren Weinberg unterscheiden. Zwischen beiden verläuft ein von O. nach W. ziehender Weg. Hart nördlich desselben wurde soeben der Weinberg rajolt. In dem dabei entstandenen tiefen Graben ergab sich das folgende Profil: Oben

daher durch obenaufliegende Gesteinsstücke sehr leicht getäuscht werden. Diese können bei dem Umgraben des Weinberges aus der Tiefe heraufgeholt sein, falls sie dort anstehen; sie können aber auch nur durch jenen Vorgang als Dungmittel hierher gebracht worden sein.

ein $1^1/_2$—2 Fuss mächtiger Thonboden des geologisch älteren Braun-Jura, unten der geologisch jüngere Tuff. Also wieder dasselbe Profil, welches wir bereits an drei verschiedenen anderen Stellen auf Weg 1 fanden.

Genau die gleiche Erscheinung aber werden wir bei einigen wenigen anderen unserer Tuffberge kennen lernen. Am Florian, No. 101, wo ein an der S.-Seite sich offenbar herabziehender Tuffgang an den meisten Stellen unter mächtiger Decke von Jurathonboden verborgen liegt. Hier handelt es sich ebenfalls um Weinberge. Sodann am Gaisbühl No. 122. Dort finden wir dieselbe Erscheinung aber im Acker. Der in der Tiefe anstehende Tuff ist ebenfalls durch Jurathonboden fast überall so vollständig verdeckt, dass man nicht ahnen kann, dass er doch in der Tiefe ansteht.

Im letzteren Falle, am Gaisbühl, ist die Ursache sicherlich eine natürliche: Südlich dieser Stelle erheben sich Höhen des Unteren Braun-Jura. Von diesen wird der Verwitterungsboden hinabgespült und hat so allmählich über dem Tuff eine mächtige Decke gebildet.

Schwieriger schon wird die Sache am Florian. Hier ist es viel schwerer zu erklären, wie von dem noch anstehenden Jura her gerade auf die betreffende Stelle Thonboden herabgespült sein sollte. Hier kommt man eher auf die Vermutung, dass die Überschüttung eine künstliche ist; indem man im Laufe von Jahrhunderten auf den durch Weinbau ausgeraubten Tuffboden allmählich eine Thondecke von solcher Mächtigkeit aufgetragen hat, dass man dieselbe kaum noch für Menschenwerk halten möchte. Was dort, im Ackerfelde, nie geschehen würde, weil es sich nicht bezahlt macht, das mag hier, im wertvollen Weinberge, wohl geschehen. Und wenn das dennoch undenkbar erscheinen sollte, weil die Thondecke so dick ist, so wird es denkbar, wenn man erwägt, dass Jahrhunderte lang Geschlecht auf Geschlecht an dem Auftragen der Erde gearbeitet hat.

Wie liegt nun die Sache am Häldele? Das ist ein fast ringsum aus der Verbindung mit dem benachbarten Jura herausgeschnittener Berg. Derselbe kann daher nur selbst andere, tiefer gelegene Punkte mit seiner Verwitterungserde überschütten; er kann aber nicht seinerseits von anderen Höhen her einen solchen Überguss erhalten. Zwar einstmals hing er ja mit diesen zusammen; aber seit er von diesen durch die Erosion abgeschnitten wurde, ist sicher eine so lange Zeit vergangen, dass aus diesem Stadium her unmöglich sein jetziger Überguss stammen kann. Der wäre seitdem längst in das Thal hinabgespült worden.

Unter solchen Umständen bleibt für das Häldele nur die Annahme übrig, dass hier, wie wohl am Florian, der Jurathonboden in einer bis zu 3 Fuss dicken Decke künstlich im Laufe langer Zeiten über dem Tuff gebreitet wurde. Wir haben ja hier Weinberg vor uns. Fast zur Sicherheit wird solche Annahme dadurch, dass hart daneben, im Acker, der Tuff zu Tage ansteht.

Freilich giebt es noch eine dritte Möglichkeit, derartige auffallende Erscheinungen in unserem Gebiete zu erklären. Nach dieser ist die Decke von Jurathon der Verwitterungsboden von wirklich dort über dem Tuffe anstehend gewesenen Braun-Juraschichten. Wenn nämlich eine tufferfüllte Spalte nicht bis zu der Tagesfläche aufgerissen wäre, sondern sich nach oben hin bereits im Unteren Braun-Jura ausgekeilt hätte, dann müsste letzterer über dem Tuffe anstehen, und nach seiner fast völligen Abtragung müsste sein letzter Rest als Thondecke auf dem Tuffe liegen. Ich glaube indessen nicht, dass wir zu dieser immerhin gewagten Erklärungsweise greifen sollten.

Um nun ganz sicher zu gehen, dass wirklich das Häldele einen in die Tiefe hinabsetzenden Tuffgang bildet, liess ich an der zuletzt besprochenen, mit × bezeichneten Stelle in dem Wege, welcher den oberen Weinberg von dem unteren trennt, bohren. Da westlich von diesem Punkte und in nicht grosser Entfernung der Braun-Jura ungefähr im selben Niveau ansteht, so liess sich leicht feststellen, ob der unter der Jurathondecke liegende Tuff wirklich in die Tiefe setzt oder nur seinerseits wieder anstehendem Jura aufgelagert ist. Das Bohrloch zeigte bis zu 7 m Tiefe Tuff. Damit waren wir fast ebenso tief unter die Oberfläche des im W. anstehenden Braun-Jura gekommen.

Es kann mithin keinem Zweifel unterliegen, dass auch der Tuff des Häldele nicht dem Jura aufgelagert ist, sondern einen denselben durchsetzenden Gang darstellt. Die zahlreichen Kalkbrocken, welche der Tuff einschliesst, beweisen, dass zur Zeit des Ausbruches sich hier noch die Alb befand.

Bezüglich der dem Tuffe beigemengten fremden Gesteine ist hervorzuheben: Das Fehlen grosser Blöcke von Weiss-Jura. Ferner das Auftreten allerdings seltener Stücke von Granit, sowie eines Gesteines, welches einer Arkose des Rotliegenden angehören könn[illegible] Das Fehlen grosser Weiss-Jurablöcke mag ebenso künstlich, nä[illegible] durch Abtragen hervorgerufen sein, wie das Vorhandensein der[illegible] thondecke künstlich durch Auftragen erzeugt ist.

99. Der Maar-Tuffgang des Bölle, N. von Kohlberg.

Ist das soeben beschriebene Häldele bereits ein Bühl geringer Grösse, so gilt das von dem hier zu besprechenden, im N. von Kohlberg gelegenen „Bölle" in noch viel höherem Grade. Nur wenig macht sich die ebenfalls mit Weinberg bedeckte und ebenfalls auf Braun-Jura β aufgesetzte Erhebung, soweit sie aus Tuff besteht, überhaupt bemerklich. Auch darin ist das Vorkommen gegenüber jenem noch abgeschwächter, dass der Tuff in noch höherem Masse durch Jurathonboden überdeckt ist, welcher hier von den benachbarten Höhen herabgespült wurde. Man sieht nur Thonboden.

So erklärt es sich, dass die geognostische Karte von Württemberg hier auf Grund der umherliegenden Weiss-Jurabrocken auch nur tuffähnliche Bildung angiebt. Es ist jedoch sicher Tuff vorhanden, daher auf der hier beigegebenen Karte auch solcher eingezeichnet ist.

An der SO.-Seite des Bölle stossen ebenfalls wie beim Häldele ein oberer und ein unterer Weinberg zusammen. Zwischen beiden besteht eine kleine Stufe im Gelände. Am Fusse der Böschung derselben bringt der Maulwurf Tuff herauf. Dort liess ich bohren. Es zeigte sich bis in 1,50 m Tiefe Tuff, unter diesem 2 m Weiss-Juraschutt. Ein zweites Bohrloch ergab 3 m Tuff, dann 2 m Weiss-Juraschutt und unter diesem ein harter Felsen desselben Gesteines. So nahe dem Salbande ist das Auftreten grosser Einschlüsse von Weiss-Jura im Tuffe sehr erklärlich. Da nun der Braune Jura in geringer Entfernung vom Bohrloche in einem 1—2 m tieferen Niveau ansteht, so waren wir mit dem 5 m tiefen Bohrloche 3—4 m unter die Oberfläche des Braun-Jura gekommen: Sicher ein Zeichen, dass der Tuff auch noch tiefer hinabsetzt, wie das ja auch durch den harten Weiss-Jurafelsen auf dem Boden des Bohrloches bewiesen wird.

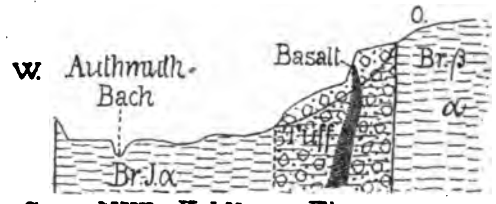
Mithin liegt auch im Bölle bei Kohlberg ein Tuffgang vor, befand sich auch hier einst die Alb. Die Ausdehnung des Ganges und der Umriss seines Querschnittes würden sich natürlich, ebenso wie beim Häldele, nur durch sorgfältiges Abbohren der ganzen Örtlichkeit feststellen lassen.

100. Der Maar-Tuffgang am Authmuthbache, NW. von Kohlberg.

Im W. des Dorfes Kohlberg liegt das tiefeingeschnittene Thal, in welchem der Authmuthbach seinen Verlauf nimmt. Hart an diesem Bache, *nordwestlich* kaum 1 km von Kohlberg entfernt, liegt an den

„Heuwiesen“ ein Vorkommen von Basalttuff. Dasselbe gleicht i
der Art seines Auftretens vollkommen derjenigen am Scheuerlesbach
bei Reutlingen No. 123 und bei Scharnhausen No. 124.

Das rechte Thalgehänge besteht an dieser Stelle aus Braun
Jura α. Wie an dasselbe angeklebt erscheint, auf eine Erstreckun
von etwa 40 Schritten eine harte Tuffmasse. Dieselbe bildet eine
Belag auf dem senkrechten Gehänge von der oberen Kante an bi
auf die Thalsohle. Doch ist der Belag selbst nur in seinem obere
Teile senkrecht, im unteren ist die Böschung durch abgespülte Masse
verhüllt, zudem mit Gras bewachsen. Es lässt sich daher nicht fest
stellen, ob und wie weit etwa der Tuff sich noch gegen W. in da
Thal hinein, dem Bache zu, ausdehnt. Ich habe auf folgende
Zeichnung die Grenze zum Braun-Jura α willkürlich am Fusse diese
Böschung gezogen, daher dieselbe nur durch einen punktierten Stric
angedeutet.

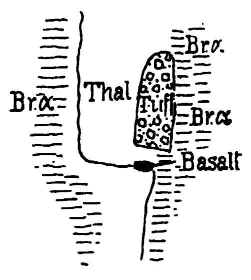


Gang N.W. v. Kohlberg. Fig. 77.
am Authmuthbache

Wie bei den Vorkommen von Scharnhausen und am Scheuerles
bach muss sich demjenigen, welcher mit der Eigenart unserer vul
kanischen Verhältnisse nicht vertraut ist, auch hier die Vorstellun
bilden, der Tuff sei an das Thalgehänge angelagert; er habe eins
das ganze Thal erfüllt, nun liege nur noch ein kleiner Rest des
selben vor.

Bei Scharnhausen konnten wir die Unrichtigkeit einer solche
Deutung durch eine Bohrung darthun. Am Scheuerlesbach ergal
sie sich aus der Kontaktmetamorphose, welche der heisse Tuff bein
Ausbruche auf sein Nebengestein — das Thalgehänge, an welche
er scheinbar angelagert ist — ausgeübt hat. Hier am Authmuth
bache folgt sie aus dem Auftreten von Basalt, welcher im Tuff
selbst wie auch in unmittelbarster Nähe der Tuffmasse in de
Streichrichtung derselben erscheint. Die folgende Skizze wird da
erläutern.

Der Authmuthbach macht, wie man sieht, eine fast rechtwinkelige Umbiegung, sowie er die Stelle erreicht hat, an welcher der Tuff am Gehänge beginnt. Gerade bei dieser Umbiegung steht Basalt im Bachbette an. Jetzt ist freilich die anstehende Masse nicht mehr sehr gross. Allein dieselbe ist künstlich verkleinert worden. Bei der Beobachtung des Bachbettes fällt nämlich auf, dass weiter abwärts ebenfalls zahlreiche Basaltstücke im Bachbette liegen. Teils sind sie klein und dann vielleicht von jener anstehenden Masse allmählich durch das Wasser hierher gebracht. Teils aber sind sie gross und nicht im, sondern am Bachbette liegend. Diese sind zum Schutze des Ufers von den Kohlbergern, im Winter zu Schlitten, hierher gebracht; und zwar sind sie, nach ihrer Aussage, entnommen jener anstehenden Stelle.



Jm Authmuthbache
Fig. 78.

Aber nicht nur im Bachbette steht der Basalt an, wo er doch immerhin durch eine Erosionslücke von einigen Schritten Breite vom Tuff getrennt ist, sondern auch in dem Tuffe selbst, am senkrechten Absturz desselben sitzt Basalt, wohl eine Apophyse, $^1/_4$ Fuss breit.

Herr Präparator Kocher stellte nun weiter durch Abklopfen des ganzen Bachbettes fest, dass auch oberhalb dieser anstehenden Basaltstelle lose Basaltstücke im Bachbette liegen. Geht man stromaufwärts, so kommt man an eine Gabelung des Baches, indem ein von S. und ein von SO. herabkommender Arm sich vereinigen. In letzterem Arme liegt kein Basalt, aber in ersterem setzt er sich fort. Das findet statt bis zu der Brücke, auf welche wir später da treffen, wo der von Kohlberg nach Grafenberg führende Weg den Authmuthbach überschreitet. Von hier an hört der Basalt auf. Nach Aussage der Dorfbewohner sind auch hier die grossen dieser Steine bis an die genannte Brücke hin gefahren worden. Ob die kleineren auf andere Weise in das Wasser gelangt sind, vermag ich nicht zu entscheiden, ich glaube es aber nicht. Anfänglich hielt ich es nicht für unmöglich, dass sie von der vierten vulkanischen Stelle herrühren könnten, welche auf der geologischen Karte von Württemberg gerade bei der Brücke als basalttuffähnliche Bildung eingetragen ist. Das ist jedoch unmöglich, denn hier ist weder Basalt noch auch nur Tuff. Diese Stelle muss ganz gestrichen werden.

Durch das Auftreten anstehenden Basaltes wird

bewiesen, dass unser Tuff am Authmuthbache nicht angelagert sein kann, sondern einen Gang bildet und durch einen an Ort und Stelle erfolgten Ausbruch erzeugt wurde. Die ihm beigemengten Kalkstücke verraten das damalige Dasein der Alb an dieser Stelle. Auch der Umstand, dass der Tuff in der heutigen Thalsohle ansteht, spricht ohne weiteres für seine Gangnatur. Das Thal des Authmuthbaches ist hier oben, nahe der Quelle, sicher keine alte abgeschlossene Bildung. In diluvialer oder gar tertiärer Zeit, in welcher der Tuff, wenn er angelagert wäre, hätte angeschwemmt sein müssen, war daher das Thal noch bei weitem nicht so tief eingegraben wie heute der Fall. Der Tuff dürfte also heute nur hoch oben am Gehänge, da wo sich damals die Thalsohle befand, auftreten. In der heutigen Sohle kann er nur liegen, wenn er einen in die Tiefe setzenden Gang bildet. So wird er zu jeder Zeit in der Thalsohle gelegen haben und liegen. Sowohl damals, als diese sich noch hoch oben befand, als auch dereinst, wenn diese sehr viel tiefer eingegraben sein wird.

Die Gruppe östlich von Metzingen.

Florian. Dachsbühl. Metzinger Weinberg. Hofbühl. N. vom Hofbühl.

Westlich vom Jusiberg und zugleich östlich von Metzingen liegt eine zweite Gruppe vulkanischer Punkte. Im gleichschenkeligen Dreieck verteilt drei grössere Massen: Die N.-Spitze desselben wird eingenommen durch den Florian. An der Basis liegen, in der W.-Spitze der Metzinger Weinberg, in der O.-Spitze der Hofbühl. Von letzterem nach NO. finden sich dann noch 2 weitere, kleinere Punkte. In gerader Linie zwischen Hofbühl und Florian liegt ferner der Dachsbühl. Endlich abseits von diesem, nördlich der Stadt Metzingen, der Ameisenbühl.

101. Der Maar-Tuffgang des Florianberges.

Als ein spitzer, durch seine Höhe weithin sichtbarer Kegel erhebt sich im NO. von Metzingen der Florianberg. Über die Thalsohle der Erms ragt er 185 m hoch empor. Über den Meeresspiegel 521 m. Sein Aufbau ist völlig gleich demjenigen des Georgenberges bei Reutlingen No. 121, sowie des Weinberges No. 102 und Hofbühls No. 103 bei Metzingen. Wie diese hängt er auf einer Seite, hier der östlichen, mit einem aus Braun-Jura α, β und γ bestehenden

Rücken zusammen. Von O. her betrachtet bildet auch er daher nur eine verhältnismässig geringe Erhebung, wogegen auch er auf der anderen, westlichen Seite gegen 185 m hoch über die Thalsohle der Erms emporragt. Wie der Georgenberg so bildet weiter auch der Florian einen Kugelknopf-förmigen Vorsprung dieses Rückens. Wie bei diesem, so besteht dann auch bei dem Florian der Unterbau, und zugleich die Hauptmasse der Erhebung, aus Braun-Jura α und β, so dass der vulkanische Tuff bei beiden nur die spitze Kappe des Berges bildet. Wie dort, so zieht sich endlich auch hier dieser Tuff an einer Seite des Kegels weiter hinab als an der entgegengesetzten, an welcher er mit dem erwähnten Braun-Jurarücken zusammenhängt.

Um das zu erkennen, besteigen wir den Florian von dieser letzteren, östlichen Seite aus, also von Kohlberg her kommend. So-



Floriansberg von Osten her gesehen
Fig. 79.

bald man dann aus dem Walde herausgetreten ist, folgt man dem zu der Ruhebank sanft aufwärts führenden Wege, den ich als Weg 1 bezeichnen will; Fig. 79. Auf diesem steht bis nahe an die Ruhebank heran Braun-Jura γ an[1], welcher sich auch rechts vom Wege an dem berasten Kegel in frisch ausgehobenen Baumlöchern erkennen liess. Weiter gegen N. aber zieht sich der Tuff vom Gipfel aus bis an den Waldrand hinab, d. h. bis an den oben erwähnten Braun-Jurarücken. Hier folgt er daher bereits über β, so dass γ fehlt. Das gleiche Verhalten zeigt sich auch an der weiteren N.-Seite, ganz besonders aber unterhalb der Ruhebank.

Wiederum wird der mit den eigentümlichen Lagerungsverhältnissen unserer Tuffe nicht Vertraute, hier, wie beim Georgenberg

[1] Die geognostische Karte von Württemberg giebt nur β hier oben an, es ist jedoch auch γ mit den blauen Kalken vorhanden.

und anderen unserer Tuffkegel, sich die Ansicht bilden, dass der Tuff nur eine Kappe sei, welche auf einem aus Braun-Jura α, β und γ bestehenden Berge aufgesetzt ist. Er wird also meinen, dass Auflagerung des Tuffes auf Braun-Jura stattfinde und dass ersterer durch Regenwässer und Abrutschung an einer Seite des Berges weniger tief hinabgeführt worden sei, als an der anderen. Ein entscheidender Aufschluss fehlt leider.

Trotzdem müssen wir jedoch auch hier den Standpunkt festhalten, dass der Tuff dem Braun-Juraberge eingelagert ist; dass er also den Kern des letzteren bildet, indem er ihn als senkrechter Gang durchsetzt. Dieser säulenförmige Gang ragt oben aus seiner Braun-Jurahülle als eine, durch die Erosion spitz gewordene Kappe hervor. Da nun aber die weiche, thonige Hülle durch die Erosion an der einen, östlichen Seite des Ganges erst weniger tief abgeschält ist, als auf den anderen, so ist an ersterer der Tuff auf die Spitze des Berges beschränkt, zieht sich dagegen an letzteren, weil ein wenig tiefer freigelegt, entsprechend etwas weiter am Berge hinab Besonders tief ist das, wie wir sehen werden, an der S.-Seite der Fall.

Für die Richtigkeit einer solchen Auffassung sprechen verschiedene Gründe: Zunächst die Analogie mit den vielen anderen unserer Tuffvorkommen, bei welchen sich die Einlagerung in Gangform durch Aufschlüsse oder durch das Auftreten von Basaltgängen im Tuffe direkt erweisen lässt. Sodann das Vorhandensein so gewaltiger Fetzen von Weiss-Jura δ, wie sie hier den Gipfel des Berges krönen.

Wie sollen diese Riesenblöcke oben auf den vulkanischen Tuf gelangt sein, falls derselbe dem Braun-Jura nur aufgelagert wäre? Der nächstliegende Gedanke müsste bei letzterer Annahme der sein dass bei dem verhältnismässig gewaltigen Ausbruch, welcher die Tuffmasse des benachbarten Jusiberges, No. 55, erzeugte, die vulkanische Asche von dort aus bis auf den Gipfel des damals nu aus Braun-Jura bestehenden Florianberges geschleudert wurde. Beide sind in Luftlinie 2 km von einander entfernt. Der Tuff und die in ihm liegenden kleineren Brocken sedimentärer und altkrystalline Gesteine könnten daher allerdings leicht vom Jusi aus bis auf den Florian geschleudert worden sein. Nun und nimmermehr aber dar man von den Riesenblöcken des Weiss-Jura δ annehmen, dass si eine so weite Reise durch die Luft zurückgelegt haben sollten. Ein mal, weil ein Vulkanausbruch dazu nicht die Kraft besitzt. Zweiten

aber, weil diese splitterigen Kalke, wenn man das ausnahmsweise doch zugeben wollte, beim Herabfallen durch den ungeheuren Aufschlag in Atome zerschmettert worden sein müssten. Das ist jedoch nicht im mindesten der Fall gewesen, sie sind so fest wie anstehendes, frisches Gestein. An einen so gewaltsamen Akt darf daher gar nicht gedacht werden.

In ihrer Grösse und Festigkeit verhalten sich nun diese Weiss-Jurafetzen des Florianberges genau wie diejenigen auf dem Jusi. Sie müssen also auf den ersteren genau durch denselben Vorgang gelangt sein, wie auf den letzteren. Da der Tuff des Jusi ganz zweifellos (S. 301) einen Tuffgang bildet und auch ebenso zweifellos an Ort und Stelle durch einen aus seiner Röhre erfolgten Ausbruch entstanden ist, so muss das auch vom Florian gelten. Da dann weiter die grossen Blöcke auf dem Jusi nichts anderes sind, als die Reste der nächsten Umgebung des Ganges, welche bei der Abtragung der Alb auf dem Gange liegen blieben, so können sie auch auf den Florian durch keine andere Kraft gelangt sein.

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Weiss-Jurablöcke auf dem Florian ist zu erwähnen, dass einer derselben rot gefärbt ist, wie das ja häufig in unserem Vulkangebiete stattfindet. Die oben auf dem Gipfel liegenden Stücke von Braun-Jura γ sind aber schwerlich dem Tuffe zugehörig, sondern zum Bau hinaufgetragen; denn in den Zeiten vor der Reformation trug der Florian auf seinem Gipfel eine Kapelle, welche Wallfahrtsort war.

Die Beschaffenheit des Tuffes vom Florian entzieht sich fast ganz einer genaueren Beobachtung, da grössere Aufschlüsse fehlen. Der Tuff ist derartig mit einer dichten Decke von Schutt aus Weiss-Jurakalk überzogen, dass Deffner noch sagen konnte, dass der Florian auf seiner Gipfelkappe nirgends Spuren eines vulkanischen Gesteines trägt. Indessen der neu angelegte Fussweg, welcher an der NW.-Seite in zwei Zickzackbiegungen auf den Gipfel hinaufführt[1], schneidet durch diese Decke hindurch noch etwas in den Tuff ein. Man sieht hier, dass an den betreffenden Stellen diese Hülle gar keine so sehr bedeutende Dicke besitzt; doch könnte das an anderen Stellen sich anders verhalten. Auch in den genannten Einschnitten sind die hier freigelegten obersten Lagen des Tuffes bereits stark zersetzt und mit von oben her eingesickertem Kalkwasser durch-

[1] Es ist das nicht der Weg, welcher von der mit × bezeichneten Ruhebank aus zum Gipfel führt, sondern der an der gegenüberliegenden Bergseite jetzt eröffnete.



tränkt, dessen Kalkgehalt sich, wie an vielen anderen Stellen unseres Gebietes, im Tuffe ausgeschieden hat. Trotzdem kann aber gar kein Zweifel bestehen, dass unter der Kalkhülle ein Tuffkern steckt.

Wenn man den vulkanischen Gipfel verlassen hat und nun bergab durch die Weinberge schreitet, so findet man allerorten den Thonboden des Unteren Braun-Jura, welcher letztere, wie oben gesagt, den Unterbau des Berges bildet. Um so überraschender ist es nun, dass in diesem Jurafusse, und zwar am unteren Teile desselben, sich an zwei verschiedenen Stellen abermals Tuff vorfindet. Diese Örtlichkeiten liegen an der S.-Seite des Florian. Teils zeigt sich hier das vulkanische Gestein an dem Fahrwege, welcher ganz unten an der Basis im Thale entlang führt. Teils tritt es, in etwas höherer Lage, in der zweiten der Hütten zu Tage, welche an dem dort durch die Weinberge aufwärts ziehenden Fusssteige liegen (Fig. 79 bei x). In beiden Fällen entgeht das vulkanische Gestein sehr leicht der Beobachtung, denn überall ist auch dort, wie am Häldele No. 98, die Ackerkrume aus Braun-Jurathon gebildet. An dem Fahrwege war bei mehrmaligen Besuchen daher nichts zu sehen, bis zufällig durch eine Verbesserung desselben der Tuff angeschürft wurde. Bei der gerade über diesem Wege, höher an der Bergflanke gelegenen Hütte ist vollends nichts von letzterem zu erkennen; und erst im Innern der Hütte fand sich der Tuff, aber auch nur ganz versteckt, unter dem Fundament der hinteren Giebelwand.

Diese beiden Tuffpunkte treten also im untersten Teile derselben südlichen Bergflanke in verschiedenen Höhenlagen übereinander auf, mitten im Gebirge des Braun-Jura, welcher ja den Unterbau des Berges bildet. Rechts und links von diesen beiden kleinen Punkten, wie überhaupt im ganzen Unterbau des Florian, finden wir in den Weinbergen anstehenden Braun-Jura. Auch in der Verbindungslinie dieser beiden Punkte untereinander und hinauf zur Tuffkappe des Berges finden wir denselben Jurathonboden wie dort. Aber, ist das hier auch Verwitterungsboden anstehenden Braun-Juras oder ist er nur durch die Natur über den Tuff geschwemmt bezw. durch Menschen künstlich auf den Tuff getragen? Er muss mindestens 3 Fuss dick sein, denn sonst würde beim Rajolen Tuff heraufgebracht werden. Bei solcher Dicke würde kein Mensch daran denken, dass dieser Thonboden durch Menschenhand hierher gebracht sein könnte. Allein der Vorgang am Häldele No. 98 hat uns belehrt, dass in der That durch Jahrhunderte lange Kultur solche Lasten auf den Rücken der Weinbauern allmählich auf die steilen Berge ge-

tragen werden. Gleiches wäre daher auch hier nicht unmöglich. Die Sache könnte jedoch auch noch anders liegen. Vielleicht bilden die beiden Tuffpunkte am Fusse des Florian ein selbständiges Vorkommen, besitzen einen eigenen Durchbruchskanal. Das könnte ganz gut sein, wir haben auch an anderen Punkten dicht nebeneinander gelegen solche Röhren.

Sicher kann ich das nicht entscheiden. Mir scheint jedoch mehr, dass die beiden unteren Punkte mit dem Tuff auf dem Gipfel zusammenhängen. Ganz wie am Egelsberg No. 79 ein Tuffstreifen sich an dem SW.-Bergabhange bis an den Fuss hinabzieht, so scheint mir das hier auch der Fall zu sein. In diesem Falle bildet der Jurathonboden über dem Tuffe nur eine Decke. Eine solche kann, wie beim Gaisbühl No. 122, von anderen Jurahöhen aus herabgespült worden sein. Die Oberflächengestaltung an dieser Stelle des Florian macht eine solche Annahme für ihn nicht sehr wahrscheinlich. Dann bleibt nur übrig, dass der Thonboden künstlich von Menschen auf den zum Weinbau nicht sehr beliebten Tuffboden getragen wurde. Könnte man ein Riesenmesser nehmen und mit gewaltigem, schräg von oben nach unten geführtem Schnitte den Thonboden abschneiden, so würde, glaube ich, der darunter anstehende Tuff freigelegt werden. In solcher Weise habe ich den letzteren auf der hier beigegebenen Karte eingezeichnet. Sicherer Entscheid ist jedoch ohne ein in den Weinbergen erfolgendes Bohren nicht zu erhalten und das wird nicht gestattet.

Anstehender Basalt fehlt am Florianberge. Wohl aber finden sich, wenn auch nur vereinzelt, rundliche Stücke von Basalt hoch oben in den Weinbergen. Sie haben etwa die Grösse einer Kinderfaust. Es sind derartige Basaltstücke in unseren Tuffen eine rechte Seltenheit, welche wohl darauf hindeuten dürfte, dass hier in keiner sehr grossen Tiefe fester Basalt im Berge ansteht, als Gang den Tuffgang durchsetzend.

Gegenüber diesen vereinzelten Stücken von Basalt steht die massenhafte Zahl von Granitstücken und solchen anderer altkrystalliner Gesteine, welche am Florian auftreten. Bereits oben bei der Ruhebank finden sich vereinzelte Brocken. Massenhaft aber sind sie unterhalb dieser Bank an der oberen Grenze der Weinberge zu finden, also da, wo die letzteren an den grasbewachsenen Teil des Kegels anstossen. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dass die Weinberge 3—4 Fuss tief umgegraben werden, wodurch an der oberen Grenze derselben ein entsprechend tiefer, horizontal verlau-

fender Graben bezw. Abstich des dort steilen vulkanischen Kegels übrig bleibt. An diesem steilen Abhange und in dem Graben, auf der ganzen Längsausdehnung derselben, liegen sie, ganz ähnlich wie das bei dem Rangenbergle der Fall ist, in so grosser Zahl, faustbis haselnussgross eingebettet im noch viel feineren, sandigen Grus, derartig, dass man hier eine Moränenbildung zu sehen vermeint. Nirgends aber nur eine Spur von Glättung und Schrammung oder von Rollung durch Wasser. Vielmehr alle Stücke vorwiegend von ungefähr kugelähnlicher Gestalt, wie solche durch das Spiel der vulkanischen Kräfte entstehen musste. Dass recht grosse Granitstücke auf dem Florianberge vorgekommen sind, geht aus der Mitteilung eines ungenannten Autors (Weckerlin) hervor, welcher dort Stücke von 1—1 1/2 Fuss Durchmesser fand. Nach Deffner liegt ein 7 Ctr. schwerer Block eines pinitreichen Granites in Stuttgart. Der Glimmer dieser Granite gab früher die Veranlassung, dass die Bauern Löcher in die Berge gruben, um nach dem vermeintlichen Golde zu suchen[1].

Weckerlin hielt den Granit, welchen er unten am Berge gefunden hatte, für anstehend. Indem er dann oben auf dem Berge die grossen Kalkblöcke fand, sah er darin einen Beweis dafür, dass „die Kalk- und Granit-Gebürge aufgesetzt seyen", wie denn auch „in den Seitenketten der Alpen Thon- und Kalkarten den Granit decken" [2].

Schwarz führt unter den Einschlüssen des Tuffes vom Florian auch Muschelkalk an[3]. Diese Nachricht muss aber wohl für fragwürdig gelten, besonders da der veränderte, dunkelgewordene Weiss-Jurakalk dem rauchgrauen Muschelkalk sehr ähnlich sein kann. Mit Sicherheit hat sich Muschelkalk bisher nur im Tuffe des Kräuterbuckel No. 116 und bei der Sulzhalde gefunden (No. 117).

102. 103. Die Maar-Tuffgänge des Metzinger Weinberges und Hofbühls.

Die Stadt Metzingen liegt in dem weiten, ziemlich tief eingeschnittenen Thale der Erms. Zu beiden Seiten des letzteren be-

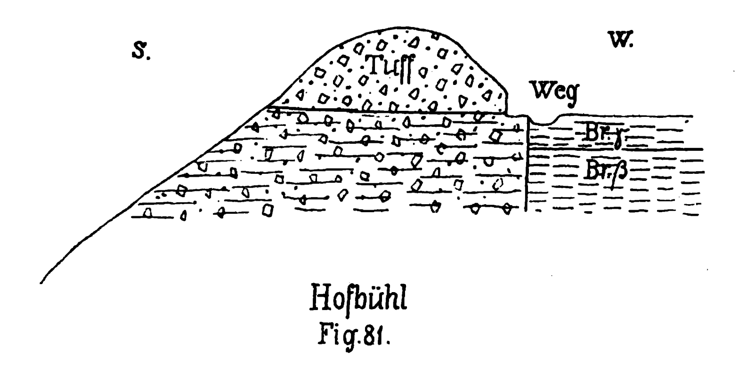
[1] Achalm und Mezingen. Zum Besten einiger durch's Wasser verunglückter Familien in Mezingen zum Druck gegeben. Tübingen bei L. Fues, 1790. S. 24. — Auch in den Nordabhang der Achalm wurde übrigens einst von einigen Reutlingern ein „beträchtlicher Schacht" niedergetrieben um Erz zu graben; man gewann aber nur Schwefelkies. Gottl. Fr. Rösler, Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Wirtemberg. Tübingen 1790. Heft 2. S. 116.

[2] Ebenda. S. 23.

[3] Reine natürliche Geographie von Würtemberg. Stuttgart 1832. S. 150.

stehen die Gehänge hier noch aus Braun-Jura; in der Thalsohle α, in höherer Lage darüber β und jüngere Stufen. Das rechte Gehänge ist bei Metzingen durch drei tiefe Querthäler, welche rechtwinkelig in das Ermsthal münden, in zwei Lappen zerschnitten. An der Rückseite aber hängen beide mit den dortigen Braun-Jurahöhen zusammen. Ganz wie der Florian No. 101, der Georgenberg No. 121 und andere haben sie also den Charakter ansehnlicher Berge nur so lange man sie von der Thalseite aus betrachtet, sinken aber zu geringwertigen Erhöhungen herab, wenn man sich ihnen von der entgegengesetzten Richtung aus nähert; hier von der nordöstlichen. Man nennt sie den Metzinger Weinberg und den Hofbühl. S. Fig. 81 und 80a—c.

Beide Berge besitzen vom Thale aus ansehnliche Höhe; denn der erstere, 487 m ü. d. M., erhebt sich 133 m über der Thalsohle; der letztere, 509 m ü. d. M., sogar um 155 m. Beide zeigen auch



Hofbühl
Fig. 81.

gleichen Aufbau: Der grösste Teil ihrer Höhe wird aus Braun-Jura α, darüber β, in fast wagerechten Schichten gebildet; bei dem Hofbühl tritt noch γ hinzu. Die Kuppe aber besteht hier wie dort aus ungeschichtetem vulkanischen Tuff. Dieser bildet in beiden Fällen einen länglichen Aufsatz, welcher am Hofbühl von O. nach W., am Metzinger Weinberg von SO. nach NW. gestreckt ist. Hier wie dort erweckt dies Verhalten den Eindruck, als sei der Tuff dem Jura aufgelagert, als hätten auch beide Tuffmassen einst zusammengehangen und seien erst durch die, beide Berge trennende Querthalbildung zerschnitten worden. In beiden Fällen aber handelt es sich trotzdem nicht um Auf-, sondern um durchgreifende Lagerung; denn hüben wie drüben ist der Tuffaufsatz nur der Kopf eines saigeren Tuffganges von etwa ovalem Querschnitte, welcher aus seiner Braun-Jurahülle oben herausschaut.

Beide Berge sind vom Fusse bis hinauf an den Beginn des Tuffaufsatzes mit Weinbergen bedeckt. Hier wie dort aber verschwinden diese und machen dem Rasen Platz, sowie das vulkanische Gestein beginnt. Nur am Hofbühl steht das oberste Ende der Rebengärten noch im Tuff. So wird also die Rebe nicht auf letzterem, sondern wesentlich nur auf dem Unteren Braun-Jura gebaut, und nur als Dünger wird der Tuff in die Weinberge getragen. Mehr oder weniger genau dasselbe Verhalten zeigt sich am Florian No. 101 und an verschiedenen anderen Punkten unseres Gebietes.

102. Der Maar-Tuffgang des Metzinger Weinberges.

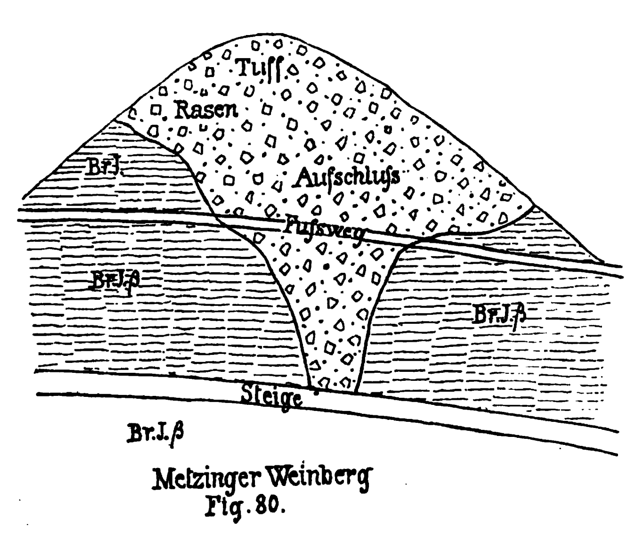
Unsere Auffassung von den Lagerungsverhältnissen dieses Tuffvorkommens wird sich am besten klären, wenn wir zunächst den schönen Aufschluss an der von Metzingen nach Neuffen führenden Steige vermeiden. Wir wollen uns daher dem Gipfel von der NO.-Seite aus nähern, indem wir auf dem Rücken der aus Braun-Jura β gebildeten Zunge dahingehen, durch welche der Berg nach NO. mit den Jurahöhen zusammenhängt.

Über rasenbedeckte, teils aber aufgeschlossene β-Schichten steigen wir zum Gipfel in die Höhe. Bereits ziemlich nahe dieser letzteren stossen wir erst auf Tuff, welcher nun bis zum Gipfel anhält. Wir stehen auf dem höchsten Punkte einer fast $^1/_2$ km langen, aber schmäleren, wulstartigen Tuffmasse. Grössere Blöcke von Weiss-Jura fehlen. Steigen wir nun an der gegenüberliegenden südwestlichen Seite hinab, so müssen wir länger über Tuff gehen, bis wir auf Braun-Jura β stossen. Der Tuff zieht sich hier also in ein niedrigeres Niveau hinunter als auf derjenigen unseres Anstieges. Wir erhalten im ganzen den Eindruck, als sei der Tuff dem Rücken eines aus Braun-Jura β bestehenden Berges aufgelagert worden, dessen Gipfelfläche nicht eben, sondern schräg abrasiert war, dergestalt, dass sich dieselbe von O. nach W. neigt. Wir treffen solches auch bei anderen unserer Tuffberge.

Die richtige Erklärung dieser Verhältnisse ist aber eine ganz andere. Der Braun-Jura bildet nicht die Unterlage einer Tuffablagerung, sondern die mantelförmige Hülle eines ihn durchsetzenden senkrechten Tuffganges. An der Westseite ist nun dieser thonige, weiche Mantel durch die Erosion bereits tiefer an der Gangmasse hinab abgeschält und entfernt worden als an der Ostseite. Das ist sehr erklärlich: Von der Ostseite her gesehen bildet ja der Berg nur eine geringere Erhebung; er hängt hier noch mit der ganzen Braun-Jura-

Gebirgsmasse zusammen. Die Erosion hat hier also nur in geringerem Masse gewirkt. An der Westseite dagegen ist das Ermsthal so tief eingeschnitten, dass der Berg sich gegen 133 m hoch steil aus demselben erhebt. Hier hat sich also die Erosion stärker bethätigt, und daher ist hier der Juramantel etwas tiefer hinab abgeschält worden. Genau dasselbe und aus denselben Gründen finden wir beim Georgenberg No. 121 und anderen.

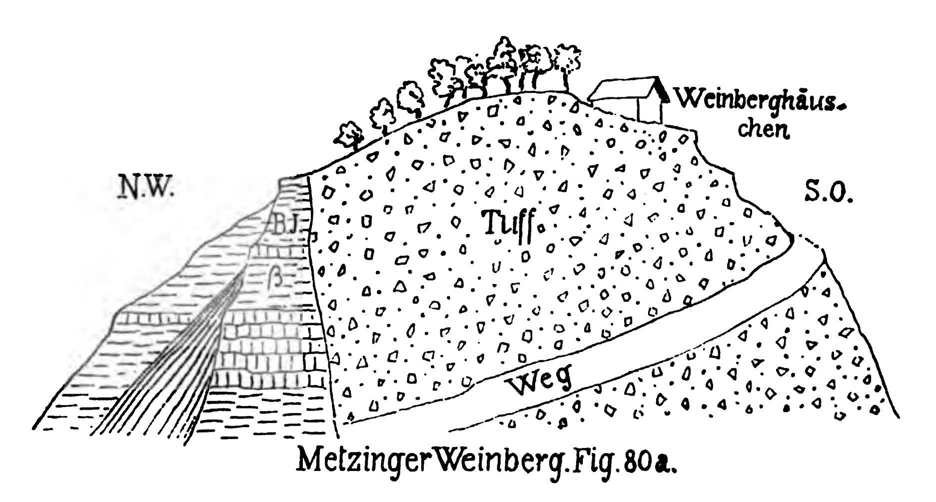
Den Beweis, dass dem wirklich so ist, finden wir an der NW.-Spitze der Tuffmasse. An dieser Spitze zieht die Steige von Metzingen nach Neuffen vorbei, einen grossen Haken schlagend und tief einschneidend in den hier steil abfallenden Berg. Eine fast senkrechte Wand ist auf solche Weise durch Menschenhand geschaffen, die Bergspitze ist hier abgestochen. Da zeigt sich dem Beschauer an dieser Wand zur Rechten und zur Linken anstehender Braun-Jura. In der Mitte aber der in die Tiefe hinabsetzende Tuff, oben breiter, unten an der Strasse aber nur 6 Schritt breit. Die folgende Ansicht wird das erläutern.



Metzinger Weinberg
Fig. 80.

Von Auflagerung ist also keine Rede; der Tuff ist vielmehr dem Braun-Jura eingelagert, er durchsetzt ihn. Nun könnte es auffallen, dass hier die beiden Wände des Braun-Jura nicht, wie doch fast überall an unseren guten Aufschlüssen, senkrecht hinabsetzen, eine oben und unten gleich weite, tufferfüllte Spalte zwischen sich lassend, sondern dass sich die Spalte nach unten verjüngt. Das aber erklärt sich leicht durch die Thatsache, dass hier die alleräusserste

nordwestliche Spitze der Spalte bezw. Röhre von ovalem Umrisse, also die Auskeilung dieser letzteren, angeschnitten ist. Würden wir einen Durchschnitt durch den Berg etwas mehr nach seiner Mitte hin machen, würden wir die Wand parallel mit sich selbst ein Stück gegen SO. bergeinwärts verschieben können, so würden wir sicher senkrechte Spaltenwände sehen. Hier aber, wo die Röhre sich bereits fast bis zum Schliessen ihrer Wände ausgekeilt hat, ist der Verlauf der letzteren nicht mehr so glatt und regelmässig. So dicht sind wir an der Schlussstelle der Spalte, dass auf der einen, der Bergseite der Steige, die Röhre und der in ihr liegende Tuff noch angeschnitten werden konnten, während an der anderen, der Aussen-



Metzinger Weinberg. Fig. 80a.

seite der Steige, der dort gleichfalls steil hinabsetzende Bergabhang nur noch den unverritzten Braun-Jura entblösst.

Noch zwei andere Aufschlüsse giebt es, aus welchen die Gangnatur unwiderleglich hervorgeht. Der eine befindet sich nahe der soeben genannten Stelle, etwas oberhalb derselben. Geht man nämlich auf der Steige nach Kohlberg ein wenig weiter, so zweigt sich sehr bald rechts ein Weg ab, welcher zu dem neu erbauten Weinbergshäuschen führt[1]. An diesem Wege hat man nun nach etwa fünfzig Schritten das in Fig. 80a gegebene Profil vor sich. Wieder sieht man hier, also an dem NW.-Ende des Berges, den in die Tiefe

[1] Dasselbe steht über der ersterwähnten Stelle, an welcher der Tuffgang, durch die Steige aufgeschlossen, in die Tiefe setzt. Der dorthin führende Weg zweigt sich spitzwinkelig von der Steige ab.

hinabsetzenden Tuff, und als dünner Belag auf demselben die Schichten des Braun-Jura β. Könnte man diese abstechen, so käme hinter dem Jurabelage der Tuff zum Vorschein.

Der andere Aufschluss liegt an der Ostseite des Berges. Dort sind zwei Thongruben im Braun-Jura β. Die eine, ältere, liegt etwas tiefer und weiter vom Tuffgipfel entfernt; die andere, neuere, liegt höher und hart am Tuffe. Die Grube verläuft langgestreckt parallel dem Tuffrücken des Berges. Geht man, von SO. herkommend, in diese letztere lang sich hinziehende Grube hinein, so besteht hier die linke Wand der Grube aus Tuff, die rechte aus Braun-Jura β. Hier ist also der Kontakt gerade angeschnitten und der thonige Juramantel des Tuffganges ist vollständig bis auf das vulkanische Gestein abgegraben und fortgeschafft worden. Weiter grubeneinwärts entfernt sich die Grube mehr vom Kontakte, so dass jetzt die rechte und die linke Wand im Braun-Jura β liegen. In

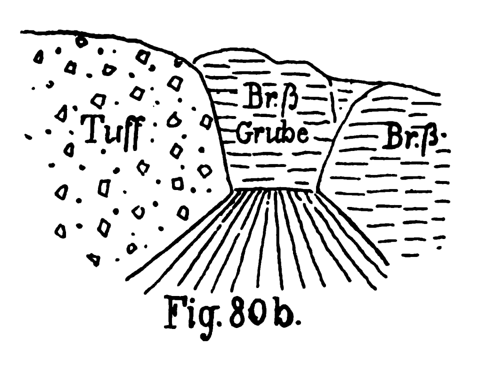
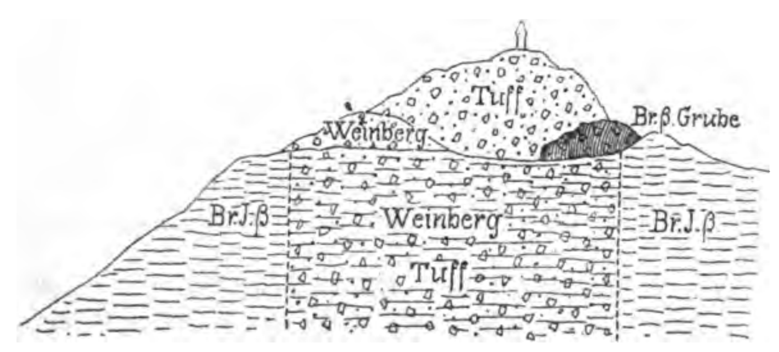


Fig. 80 b.



Metzinger Weinberg vom Hofbühl aus gesehen
Fig. 80 c.

einiger Zeit wird aber auch hier der letztere an der linken Wand bis auf den Tuff abgegraben sein. Dann wird hier der Juramantel auf einer grossen Strecke der Ostseite so tief vom Tuffe abgespült sein, dass das vulkanische Gestein an der Ostflanke des Berges ebenso tief entblösst ist wie an der Westflanke.

Die genannten Aufschlüsse beweisen mithin zweifel-

los, dass auch der Tuff des Metzinger Weinberges einen in die Tiefe setzenden Gang bildet. Der Querschnitt des letzteren ist aber hier nicht so rundlich, sondern etwas stärker in die Länge gestreckt, als meistens in unserem Gebiete der Fall. Länge zu Breite verhalten sich wie 3 : 1.

Von einer Kontaktmetamorphose ist nichts zu bemerken. Die Thone des Jura widerstanden einer solchen hier wie in fast allen anderen Fällen unseres Gebietes.

Der Tuff führt neben unveränderten auch rot- sowie graugebrannte Weiss-Jurakalke; α und δ herrschen vor. Auch Braun-Jurathone, seltener und fraglicher Buntsandstein und Bohnerz-Kugeln finden sich, Deffner erwähnt Buntsandstein und Rotliegendes, sowie veränderte granitische Gesteine.

103. Der Maar-Tuffgang des Hofbühl, O. von Metzingen.

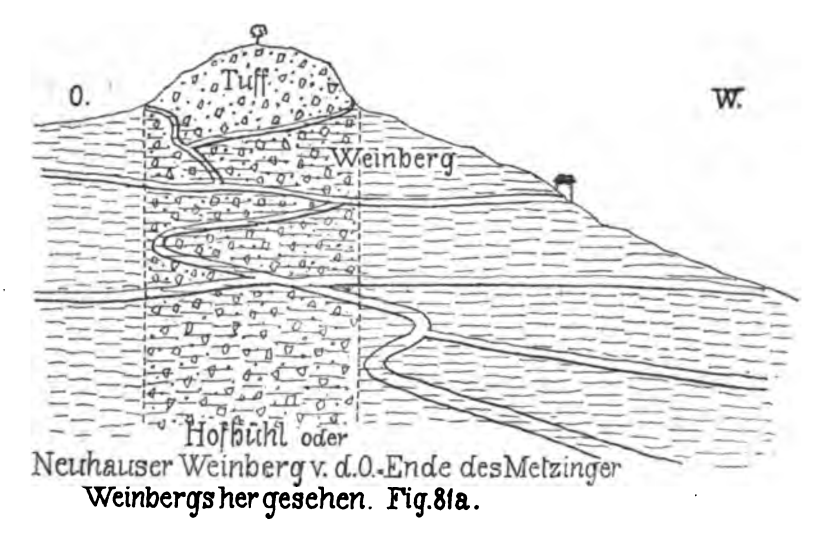
Während bei dem benachbarten Metzinger Weinberg No. 102 der Tuffgang seinen Kopf aus Braun-Jura β herausstreckt, thut er dies beim Hofbühl z. T. noch aus dem γ. An dem SO.-Ende des Bergrückens scheinen sogar noch höhere Braun-Jurathone und selbst solche des Weissen Jura in grossen Fetzen zu liegen. Dort aber handelt es sich um Schichten, welche bereits ihre urprüngliche Lage verändert haben, also nicht mehr anstehen. Sehen wir mithin von diesen ab, so finden wir an der NO.-Seite des Tuffganges den Juramantel desselben bis in den Mittleren Braun-Jura hinauf noch vorhanden; an der SW.-Seite dagegen nur noch bis zum β. Der Tuffgang ist hier also etwas tiefer hinab freigelegt als an der NO.-Seite; ähnlich und aus demselben Grunde wie beim Metzinger Weinberg No. 102.

Was den Querschnitt dieses Ganges anbetrifft, so ist er, gleichfalls wie beim Metzinger Weinberg, oval; aber Länge zu Breite verhalten sich dort wie 3 : 1, hier nur wie 2 : 1. Die Längsachse des Ovals streicht dort von SO. nach NW., hier von O. nach W.

Oben auf dem Gipfel liegen grosse Weiss-Jurablöcke von δ und auch ε; z. T. sind sie so gewaltig, dass sie unmöglich von dem über 2 km entfernten Jusi herübergeschleudert sein können. Sie beweisen vielmehr, dass der Ausbruchspunkt dieser Tuffmasse in allernächster Nähe liegen muss. Diese Blöcke sind aber sicher überhaupt nicht in die Höhe geschleudert worden, sonst wären sie zerschmettert. Sie sind vielmehr nur von der Wandung des Ausbruchs-

kanales abgebrochen, und haben sich auf den Tuff gelegt. Der Ausbruchspunkt kann mithin nur im Hofbühl selbst liegen.

Wer sich dagegen sträubt, müsste ihn noch am ehesten drunten im Ermsthale zwischen Hofbühl und Metzinger Weinberg suchen; dergestalt, dass beide die letzten Reste eines einst gewaltig grossen kreisförmigen Kraterwalles wären. Wir kennen in der Geologie ja derartige Überreste einstiger Ringwälle. Diese Vorstellung ist hier aber unanwendbar. Einmal haben wir so riesige Kratere in unserem Gebiete gar nicht. Das wäre freilich nur ein Wahrscheinlichkeitsgrund gegen die obige Vorstellung. Entscheidend ist dagegen, dass am



Hofbühl oder Neuhauser Weinberg v. d. O.-Ende des Metzinger Weinbergs her gesehen. Fig. 81a.

Metzinger Weinberg der Tuff durchaus nicht, wie es bei dem Walle eines richtigen Vulkankraters der Fall sein müsste, dem Braun-Jura aufgelagert ist; sondern er durchsetzt ihn ja gangförmig, wie wir sahen. Der Metzinger Weinberg No. 102 könnte also schon gar nicht der eine Teil dieses angenommenen alten Ringwalles sein. Damit aber fällt auch für den Hofbühl die Vermutung, dass dieser der andere Teil des Walles sei. Es bleibt mithin als Wahrscheinlichstes übrig die Annahme, dass wir auch hier einen in die Tiefe setzenden Tuffgang vor uns haben, wenn sich das auch durch die Lagerung nicht beweisen lässt.

Oben auf dem langgestreckten Gipfel des Hofbühl steht allerorten der Tuff an. Am SO.-Ende zieht sich dieser etwas tiefer hinab als an den anderen Seiten, d. h. der Braun-Juramantel ist hier ein wenig mehr abgeschält.

An diesem SO.-Ende finden sich nun auch, eine Ausnahme unter unseren Tuffen, rundliche Weiss-Jurakalke, welche wohl Bachgerölle sein mögen; denn man wird ihre Abrundung nicht wie beim Granit auf das Spiel beim Ausgeworfenwerden schieben dürfen. Das hat nichts Auffälliges. Es mag der Ausbruchskanal sich seiner Zeit gerade an einer solchen Stelle der Albhochfläche geöffnet haben, an welcher eine solche Geröllablagerung sich befand; dann mussten natürlich die Gerölle in den Tuff gelangen. Ob sie wirklich im Tuff liegen, ist bei dem Mangel an Aufschlüssen nicht sicherzustellen. Mir scheinen sie mehr im Weiss-Juraschuttmantel zu liegen. In diesem Falle mag, als sich hier einst ein Maarkessel auf der Hochfläche der Alb befand, ein Bach seine Gerölle in den Kessel auf den Tuff geschoben haben. Es mögen auch drittens Gerölle eines unterirdischen Bachlaufes vorliegen, wie letztere im Körper der Alb häufig sind; und diese kamen dann in den Tuff. Mit Sicherheit ist das nicht zu entscheiden.

Der Tuff des Hofbühl lieferte von erwähnungswerten Gesteinen eine ganze Anzahl wenn auch kleiner Stücke Granit; dazu mehrere Stücke Stubensandstein, welche in eine trachytähnlich aussehende Masse umgewandelt sind.

104. Der Maar-Tuffgang des Dachsbühl, O. von Metzingen[1].

In gerader Linie zwischen dem Hofbühl No. 103 im S. und dem Florian No. 101 im N. liegt der Dachsbühl. Es ist das eine im Gebiete des Braun-Jura γ auftretende Tuffmasse, welche einen von NO. nach SW. etwas gestreckten Wulst bildet. Der Umriss derselben, oder sagen wir gleich der Querschnitt des Tuffganges, ist also ein ovaler. Sein äusseres Ansehen ist unscheinbar: Der Hofbühl No. 103, der Metzinger Weinberg No. 102 und der Florian No. 101 sind durch die bis auf den Braun-Jura α hinabgreifende Thalbildung aus dem grossen Juramassiv herausgeschnitten. Sie bilden also stattliche Berge; so dass unwillkürlich auch der Tuff auf ihrem Gipfel, also das Vulkanische an ihnen, uns gross erscheint. Der Tuff des Dachsbühl dagegen liegt inmitten des Juramassivs, also nicht auf einem herausgeschnittenen Berge, und ist daher ein unscheinbarer Hügel. Zudem ist die Tuffmasse auch nicht so ausgedehnt wie jene. Trotzdem aber ist gerade der Dachsbühl äusserst bemerkenswert, weil er uns einen so guten Aufschluss darbietet.

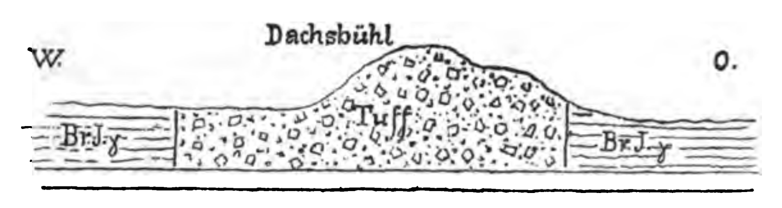
---

[1] Nicht zu verwechseln mit dem Dachsbühl, SW. von Weilheim, No. 78.



Man denke sich einen länglichen Hügel, welchen die von Metzingen nach Neuffen führende Strasse, um ihn nicht übersteigen zu müssen, der Länge nach durchfährt. Den ganzen Hügel durchläuft sie also in einem Einschnitte, welcher tief genug ist, um das folgende Bild zu geben.

Wir kommen auf der Strasse von Metzingen, also von SW. her. Zuerst über Braun-Jura β-Gelände. Dann folgt, auf dieses aufgesetzt, die Stufe, welche von dem nun erscheinenden γ gebildet wird. Damit beginnt der Einschnitt. Deutlich legt er die wagerecht liegenden γ-Schichten bloss. Plötzlich endigen dieselben, senkrecht abgeschnitten; Tuff beginnt. Der Hügel wird im selben Augenblicke höher als bisher, der Einschnitt in denselben also tiefer; denn das vulkanische Gestein, widerstandsfähiger als das geschichtete, bildet nun seinerseits wieder einen kleinen Aufsatz auf der γ-Stufe. An



Steige von Metzingen-Kohlberg
Fig. 82.

der nördlichen Böschung der Strasse erscheint der Tuff hierbei etwas früher als an der gegenüberliegenden südlichen. Die Spalte, welche den Braun-Jura γ abschneidet, läuft also nicht rechtwinkelig, sondern schräg über die Strasse.

Der Tuff lässt sich nun etwa 185 Schritte weit verfolgen, von welchen 115 auf den durchschnittenen Hügel kommen, während er noch weitere 70 Schritte zwar ansteht, aber weil er keine Erhebung bildet, auch nicht mehr durchschnitten wird. Dicht hinter seinem Ende folgt abermals Braun-Jura γ, durch alte Löcher neben der Chaussee aufgeschlossen. So hat man besonders im W., aber doch auch im O. scharfen Kontakt zwischen dem vulkanischen und dem sedimentären Gesteine.

In dem Tuffe finden sich, ausser den gewöhnlichen Weiss-Jura-Stücken, auch einzelne von Braun-Jura γ; namentlich nahe dem Kontakt mit diesem. Auch darin liegt ein Beweis für die Gangnatur; denn wenn der Tuff nur an das γ angeschwemmt oder

auf dasselbe durch einen Ausbruch des benachbarten Jusi heraufgeworfen wäre, so könnten keine γ-Stücke im Tuffe liegen.

Es kann danach keinem Zweifel unterliegen, dass auch hier ein in die Tiefe setzender Tuffgang vorliegt und dass letzterer sich an Ort und Stelle bildete. Der Querschnitt des Ganges ist oval, seine Längsachse misst 185 Schritte, die Breite ist anscheinend wesentlich geringer.

105. **Der Maar-Tuffgang im Hofwald, N. vom Hofbühl.**

In geringer Entfernung vom Hofbühl No. 103 liegen gegen N. zwei weitere vulkanische Vorkommen in und an dem Walde, welcher sich dort ausdehnt und den Namen Hofwald führt. Die Lage dieser beiden Punkte ist die folgende, in Fig. 83 skizzierte. Der Anblick derselben vom Hofbühl No. 103 aus aber ist der in Fig. 83a wiedergegebene.

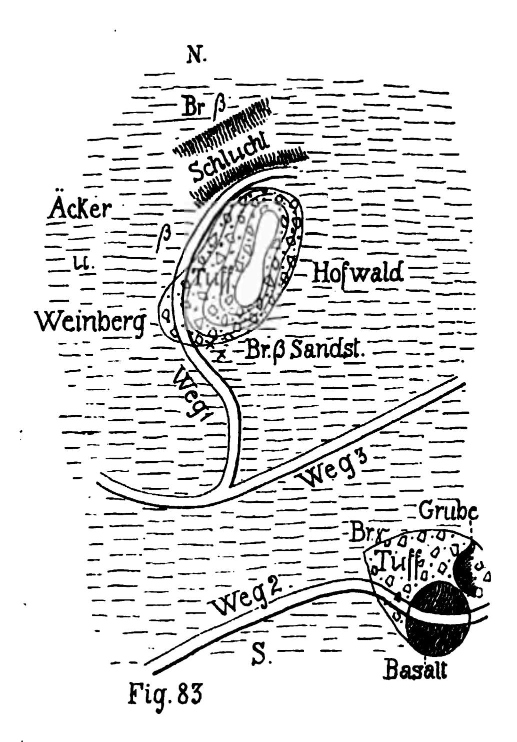
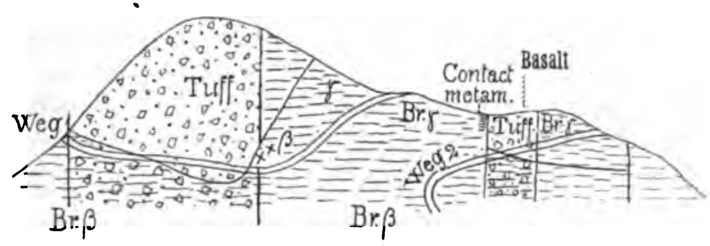


Fig. 83

Wir haben uns hier nur mit dem im Hofwalde gelegenen Tuffe zu beschäftigen. Derselbe bildet einen kleinen Bühl, welcher vom Hofbühl oder dem Gange No. 106 aus gesehen rund erscheint. Von W. her betrachtet bemerkt man jedoch, wie aus Fig. 83 ersichtlich, dass derselbe etwas von S. nach N. langgestreckt ist. Im Walde selbst ist von Tuff wenig zu bemerken. Doch liegen ausser kleineren Weiss-Jura-Stücken auch einige grosse Blöcke, δ und ε, dort, welche die Anwesenheit des Tuffes in der Tiefe verraten. Auch das Dasein von Fuchslöchern am W.-Fusse des Bühls zeigt dies an, wenn auch der aus denselben zu Tage geförderte Tuff so zersetzt ist, dass man ihn nicht als solchen gut erkennen kann. Es zieht sich aber un-

gefähr im Kontakte zwischen Tuff und Braun-Jura β an dem W.-Rande des Waldes ein Weg dahin; dieser schneidet an zwei Stellen den Tuff, wenn auch ebenfalls im zersetzten Zustande, an. An einer weiteren, mehr gegen S. gelegenen Stelle geht der Tuff über den Weg herüber und zeigt sich deutlich in dem oberen Teile des dortigen Weinberges.

In Fig. 83a ist der in dem kleineren Gange auftretende Basalt aus Versehen nicht mit eingezeichnet. Vergl. Fig. 83.



Hofwald u. Basaltkopf vom Hofbühl aus gesehen
Fig. 83a.

An dieser W.-Grenze lässt sich der Kontakt ungefähr verfolgen; die Äcker sind thonig, da sie aus Braun-Jura β bestehen. Nur da, wo sie sich dem Waldrande nähern, sind sie von dem Bühl her etwas mit Weiss-Jura-Brocken überschüttet, so dass eine scharfe Grenze zwischen Jura und Tuff verwischt wird. An den anderen Seiten ist das, da hier die Kontaktlinie im Walde verläuft, noch schwieriger zu erkennen. Doch zeigt sich an der S.-Grenze, bei ×× in Fig. 83a, gelber Sand, welcher wohl noch dem obersten Braun-Jura β angehört, wenn auch die geologische Karte von Württemberg schon γ angiebt.

Jedenfalls haben wir auch hier einen Tuffgang, wenn auch die Aufschlüsse das nicht direkt nachweisen lassen.

106. Der Maar-Tuffgang am Hofwald, N. vom Hofbühl.

Wie Fig. 83 und 83a zeigen, ist dieser Tuffgang durch einen schmalen Streifen von Braun-Jura β und γ von dem vorher besprochenen, im Hofwalde gelegenen, getrennt. Er findet sich an der SO.-Grenze des Hofwaldes, schon im Freien. Trotz seiner geringen Grösse ist dieses Vorkommen wichtig. Einmal sieht man an seinem NW.-Ende den Kontakt zwischen Tuff und Braun-Jura γ aufgeschlossen und die blauen Kalke des letzteren auf 2 m etwa dunkel und krystallinisch geworden. Sodann aber setzt in dem Tuffe ein Basaltgang auf, dessen ganze Masse in kleine und grosse Kugeln zerfällt. Dieser

Basalt bildet einen kleinen Kopf, der nach SO. hin abfällt. Weg 2 läuft gerade über denselben hinweg. Hinter dem Basalte liegt eine alte Tuffgrube, in welcher der Tuff im Kontakte gehärtet ist.

Auf der geologischen Karte von Württemberg liegt dieser Gang im Braun-Jura β und an dem Wege 3. In Wirklichkeit tritt er im γ auf, das auch im O. noch aufgeschlossen ist, und liegt vom Wege entfernt. Dementsprechend habe ich das auf der hier beigegebenen Karte verändert.

Dass hier der Tuff gangförmig gelagert ist, dass er an dieser Stelle entstand und dass sich hier die Alb zur Zeit seines Ausbruches erhob, wird durch Aufschluss, Kontaktmetamorphose, Basaltgang im Tuffe und die zahlreichen Weiss-Jura-Brocken in letzterem erwiesen.

107. Der ? Tuffgang des Ameisenbühl, N. von Metzingen.

Dieses Vorkommen liegt am Lindenbach etwas abseits der Gruppe von Metzingen, im NO. derselben, noch nicht 2 km nördlich der genannten Stadt. Es ist nach dem Kraftrain No. 76 das zweite unter allen bisher besprochenen, welches bereits auf Lias-Gebiet auftritt. Der niedrige Bühl besteht bis auf den Gipfel aus Thonboden des oberen Lias, und nur auf der Kuppe liegt Weiss-Jura-Schutt. Grosse Blöcke fehlen. Aber das beweist nicht mit Sicherheit gegen die Möglichkeit ihres früheren Vorhandenseins; denn in dem thonigen Gelände wird jedes feste Gestein zur Wegverbesserung benutzt. Diese Schuttstelle ist nur klein. An der O.-Seite zieht sie sich etwa tiefer am Hügel hinab. Gerötete Kalkstückchen sind sehr selten aber doch vorhanden.

Deffner spricht in den Begleitworten zu Blatt Kirchheim mit einigen Worten von dieser Stelle und sagt, dass hier „schuttiger Basalttuff" liege. Auf der Karte zeichnet er auch Basalttuff ein. Wenn ich nun solchen auch nicht erkennen konnte, so bin ich doch der festen Überzeugung, dass solcher unter dem Weiss-Jura-Schutt hier ansteht und einen Gang bildet. Ich habe an der noch viel unwahrscheinlicheren, gerade nördlich von ihm bei Klein-Bettlingen in den Hengstäckern befindlichen Stelle No. 112 bohren lassen und dort unter dem Schutte Tuff gefunden. Sicher verhält es sich hier ebenso.

Die Gruppe bei Grafenberg.

Der Grafenberg. Die drei Gänge im NW., NO. und SO. von ersterem. Der Gang auf den Hengstäckern.

Der Grafenberg beherrscht als höchster Punkt die Gegend und auch die oben genannten Vorkommen. Zwei derselben liegen hart

nördlich am Grafenberg-Kegel, der eine mehr westlich, der andere östlich. Beide besitzen daher auch noch ziemlich hohe Lage, wenn sie auch selbst nur geringwertige Erhöhungen darstellen. Der dritte dagegen, im SO., ist nicht nur weiter entfernt, sondern auch tief unten im Thale gelegen. S. Fig. 84.

Grosse Weiss-Jura-Blöcke finden sich nur am eigentlichen Grafenberg-Kegel; auch ist der Umfang von dessen Tuffmasse sehr viel grösser, als bei jenen dreien. Beide Gründe tragen dazu bei, die Vorstellung zu erwecken, dass man im Grafenberg-Kegel das vulkanische Centrum vor sich habe, in den drei anderen Punkten aber nur von diesem ausgeworfene Tuffmassen.

Wäre das der Fall, so müssten letztere dem dortigen Braun-Jura α nur aufgelagert sein. Das aber konnte nur geschehen, wenn zur Zeit des Ausbruches dieses α bereits freigelegt war. Nimmt man das an, so behauptet man, dass seit der mittelmiocänen Zeit des Ausbruches die Erosion in diesen so weichen Thonen des Braun-Jura α ganz stillgestanden habe.

Eine solche Behauptung ist ein Unding; mithin kann es sich hier nicht um Auswurfsmassen des Grafenberg-Kegels handeln. Immerhin bliebe noch die Möglichkeit, dass man Tuffmassen vor sich hätte, welche von letzterem erst in jüngster Zeit abgerutscht wären. In diesem Falle wäre ihre Auflagerung auf Braun-Jura α nicht wunderbar. Dass aber auch dem nicht so ist, wurde wenigstens bei den im NW. und im SO. gelegenen beiden Punkten durch Bohren festgestellt. Übrigens liegt auch letzterer Punkt zu weit vom Grafenberg-Kegel entfernt, um solche Annahme zu gestatten.

Was das Fehlen grösserer Weiss-Jura-Blöcke bei den drei kleineren Punkten anbetrifft, so kann dasselbe ursprünglich sein. Ich glaube das aber nicht, meine vielmehr, dass früher auch hier grosse Blöcke vorhanden waren, dass dieselben jedoch längst entfernt wurden. Teils weil man sie zur Beschotterung der bei nassem Wetter in dem thonigen Braun-Jura grundlos werdenden Strassen benutzte, teils weil sie dem Ackerbau, welcher an diesen drei Stellen getrieben wird, hinderlich waren. Auf dem, schwerer als jene zugänglichen Gipfel des Grafenberg-Kegels dagegen gewinnt man sie erst jetzt, nachdem dort unten keine mehr vorhanden sind.

Die geologische Karte von Württemberg giebt die drei im NW., NO. und SO. gelegenen Punkte grösser an, als sie sind. Auch giebt sie nur für den Grafenberg-Kegel vulkanischen Tuff an. Bei den drei anderen Punkten aber lediglich basalttuffähnliche Bildung. Da

ich bei allen indessen den Tuff nachweisen konnte, so ist dies auf der hier beigegebenen Karte entsprechend geändert worden.

108. Der Maar-Tuffgang des Grafenberges.

Im NO. des Jusi, etwa 3 km entfernt, erhebt sich bei dem gleichnamigen Dorfe der Grafenberg. Derselbe erreicht eine Meereshöhe von 463 m und überragt um etwa 140 m die im W. gelegene Thalsohle der Erms. Gleich den soeben besprochenen Mitgliedern der Gruppe von Metzingen: Florian No. 101, Metzinger Weinberg No. 102, Hofbühl No. 103, besteht auch hier der Sockel des Berges aus Unterem Braun-Jura. Nur dass bei jenen, entsprechend ihrer der Alb näheren Lage, noch das β und selbst γ im Sockel erscheinen während hier, bei grösserer Entfernung von der Alb, wesentlich nu noch α und ganz untergeordnet das unterste β am Aufbau teilnehmen Wie dort, so trägt dann auch hier der Sockel einen Aufsatz von Basalttuff, welcher etwa 23 m Höhe besitzt und ganz wie eine aufgelagerte Masse erscheint.

An der SW.-Seite befindet sich ein Steinbruch, in welchem di grossen Weiss-Jura-Blöcke abgebaut werden, aus welchen die Hüll dieses Tuffganges, wie so vieler anderer, in unserem Gebiete besteht Zwischen diesen Kalkmassen tritt hier jedoch der Tuff hervor. In demselben fand sich Granit. Auch an der NW.-Seite befindet sich eine Tuffgrube. Oben, nahe der darüberliegenden Spitze, zeigen sich im Tuffe massenhafte Granite. An der NO.-Seite liegen abermals zwei Gruben, in welchen jedoch wieder vorwiegend Weiss Jura-Blöcke gebrochen werden. Hier haben wir also abermals di aus Schutt bestehende Hülle des Tuffganges. Die gewaltige Mass und die Grösse dieser Blöcke beweist von vornherein, dass die Tuffmasse des Grafenberges unmöglich vom Jusi aus herübergeschleuder worden sein kann; dieselbe verrät vielmehr, dass wir hier eine selbständigen Ausbruchspunkt vor uns haben.

Deffner thut[1] bezüglich dieser Weiss-Jura-Massen eine Äusserung, auf Grund deren sich ein Fernstehender leicht eine falsch und ganz andere Vorstellung von den Lagerungsverhältnissen bilden könnte, als ich sie oben gegeben habe. Er sagt: „In de verschiedenen, rings um den Berg angelegten Schürfen zeigt sic beinahe immer, dass zu unterst der abgebauten Strecke ein dich gepackter Schutt aus grossen Felsklötzen“ des Weiss-Jura liegt Dieses „zu unterst“ muss die Vorstellung einer Überlagerung er

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 27. No. 13.

wecken, derart, dass auf dem Braun-Jura diese Felsbreccie liege und über dieser der Tuff. Das ist aber, falls man sich hierbei wagerecht übereinander liegende Massen denkt, gar nicht der Fall. DEFFNER hätte sagen müssen: „zu äusserst"; denn die Felsbreccie bildet eben den äusseren Mantel um den Tuff, und dieser folgt dann bergeinwärts, nachdem ersterer durchbrochen ist. Das meint jedenfalls auch DEFFNER; denn er wendet für den Tuff ganz richtig das Wort „bergeinwärts" an.

Bemerkenswert ist eine andere Beobachtung, welche DEFFNER seinerzeit in dem Steinbruche an der S.-Seite machen konnte: Es folgten nämlich „auf die" (das soll also wieder heissen „bergeinwärts von der") Felsenbreccie „fette bläulichweisse Letten, wie sie nur in den tertiären Süsswasserbildungen vorzukommen pflegen, in einer bis zu 0,3 m anschwellenden Lage. An zwei Stellen der NW.-Seite des Berges war das Tuffkonglomerat (ist Breccie, kein Konglomerat) bedeckt von einer 2 dcm mächtigen, wohlgeschichteten, in Bänkchen von 1 cm geteilten, feingeschlämmten Tuffschichte."

Aus diesen Mitteilungen DEFFNER's lässt sich mit Sicherheit ableiten, dass hoch oben über dem heutigen Grafenberg sich einst ein Maarkessel und in demselben ein Süsswasserbecken befand, in welchem jene Schichten abgelagert wurden. Jetzt liegen dieselben etwa in der Höhe, welche dem obersten Mittel-Braun-Jura in dieser Gegend zukäme. Gebildet aber haben sie sich einst auf dem Boden des Maarkessels, welcher — wie aus den Weiss-Jura-Blöcken hervorgeht — sich oben auf der Alb befand. Diese Schichten sind daher jetzt ebenso in die Tiefe abgerutscht wie jene Blöcke. Sie sind dislociert; daher auch ihr steiles Umbiegen aus horizontaler Lage in steil abwärts geneigte, welches DEFFNER beobachtete.

Unter solchen Umständen darf es nicht erstaunen, wenn DEFFNER noch $1^1/_2$ m unter diesen Tuffschichten einen 0,25 m mächtigen Schmitz von humoser Dammerde fand, welche, wie die noch heute den Berg bedeckende, eine Anzahl Granitstückchen enthielt. Wenn die Höhe eines Berges allmählich so stark verringert wird, so können natürlich im kleinen Massstabe durch Überstürzen, Abrutschen und Ineinandergeschobenwerden die wunderlichsten Lagerungsverhältnisse entstehen. So erklärt es sich auch, dass an anderer Stelle sich ein Hirschgeweih im „Diluviallehm" 3 m tief unter Tage fand.

Wer die Hilfe von Gletschern bei der Bildung unserer Tuffbreccien in Anspruch nehmen will, wird ja in diesen Angaben DEFFNER's einen Beweis für das Wirken des Eises sehen können. Aber man

bedenke, dass alle diese Beobachtungen nur in der äussersten Hülle, dem Schuttmantel des Tuffganges gemacht wurden, und dass diese Hülle sich stark abwärts bewegt hat vom Niveau der Alb an bis hinab auf dasjenige des Mittleren Braun-Jura. Dann wird man für diese Verstürzungen nicht die Hilfe des Eises in Anspruch nehmen. Auch ist das von DEFFNER für diluvial gehaltene Hirschgeweih ganz jugendlichen Alters. Vergl. das auf S. 354 darüber bei der Limburg Gesagte.

Einen direkten Beweis durch die Lagerung kann ich nicht erbringen, dass die Tuffmasse des Grafenberges gangförmig in die Tiefe hinabsetzt. Aber durch eine Reihe von Schlüssen kann man das höchst wahrscheinlich machen. Es beweisen nämlich einerseits die ausgeworfenen Granite, anderseits die Grösse der Weiss-Jura-Blöcke einen an Ort und Stelle erfolgten Ausbruch. Indem nun aber nicht nur in der Schutthülle, sondern auch in dem hier ausgebrochenen Tuffe selbst zahlreiche Weiss-Jura-Brocken auftreten, muss notwendig zur Zeit dieses Ausbruches sich noch die Alb an dieser Stelle befunden haben. Das Auftreten geschichteter Tuffe und Letten endlich beweist, dass sich in der Albhochfläche ein mit Wasser erfüllter Maarkessel befand. So wird denn auch der ungeschichtete Tuff unter diesen Schichten nichts anderes sein als die Ausfüllung eines Ausbruchskanales, also ein Gang, wie das in dem später folgenden Profil Fig. 85 angenommen ist.

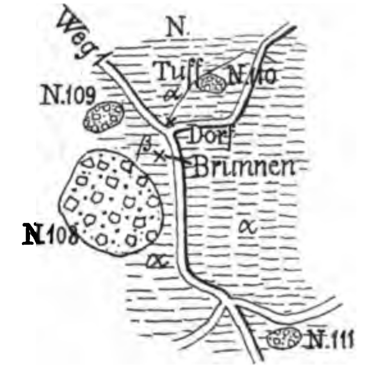
109. Der Maar-Tuffgang NW. vom Grafenberg.

Ich gebe eine Skizze, welche das gegenseitige Verhältnis dieses Vorkommens zu demjenigen des Grafenberges erläutern soll und zugleich ein Profil durch beide.

Wie man sieht, liegt am N.-Fusse des eigentlichen Grafenbergkegels ein weiteres, aber viel kleineres Tuffvorkommen, welches von dem ersteren nur etwa um hundert Schritte getrennt ist. Zwischen beiden steht Braun-Jura β in Gestalt eines schmalen, trennenden Streifens an. Die geologische Karte von Württemberg giebt den Umfang des Tuffes wesentlich grösser an, als derselbe ist; auch verzeichnet sie nur tuffähnliche Bildung. Es lässt sich jedoch zweifellos Tuff nachweisen. Auch geht an den, vom Dorfe Grafenberg aus in NW.-Richtung auf die Felder führenden Weg der Tuff nur scheinbar heran. Es war nämlich südlich desselben, am Abhange eine Tuffgrube. Aus dieser ist das vulkanisehe Gestein auf den bis an den

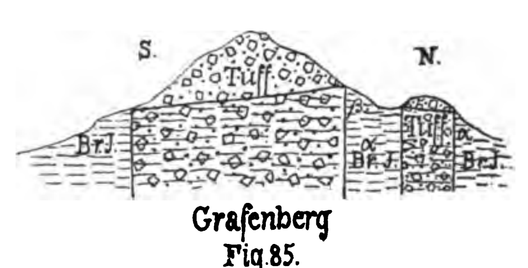
Weg ziehenden Acker gekommen; doch steht auf diesem Acker in Wirklichkeit Braun-Jura an.

Bei der so überaus nahen Lage des Grafenberges könnte man bezweifeln, dass hier wirklich ein zweiter, selbständiger Ausbruchskanal vorliegt. In jedem Beobachter wird der nächstliegende Gedanke dahin gehen, dass es sich entweder nur um den Erosionsrest einer einst mit dem Grafenberg zusammengehangenen grösseren Tuffablagerung oder aber um eine vom Grafenberg abgerutschte Tuffmasse handle. Es wird indessen durch zwei Bohrlöcher der Beweis geliefert, dass ein solcher Zweifel nicht statthaft ist.



Grafenberg. Fig. 84.

Nahe dem kleinen Kirchhofe, westwärts desselben, zieht sich der Pfarracker zur Höhe hinauf. In diesem steht Tuff zu Tage an. An der oberen Grenze des Pfarrackers liess ich zwei Bohrlöcher stossen. Das erste wurde nur 2,80 m tief gemacht und förderte Tuff. Das zweite dagegen erreichte eine Tiefe von 4,50 m im Tuff; dann kam ein harter Weiss-Jurafelsen, so dass wir das Bohren aufgaben, denn dieser war ja ebenfalls ein Bestandteil des Tuffes. Nun liegt unten am Kirchhof der Untere Braun-Jura etwa 2 m tiefer als oben die Mündung des Bohrloches, so dass dieses mit seinen 4,50 m Tuff noch mehr als 2,50 m unter das Niveau des Jura hinabreicht. Weiter südlich aber, zum Grafenberg hin, steht der Jura hart neben dem Tuffe, sogar in demselben Niveau an, in welchem das Bohrloch angesetzt wurde; so dass dort der Tuff auf mehr als 4,50 m Tiefe unter die Oberfläche des hier anstehenden Braun-Jura β hinabreicht.



Grafenberg Fig. 85.

Wenn nun der oben ausgesprochene Gedanke an einen Erosionsrest oder eine Abrutschmasse das Richtige träfe, so müsste der Tuff

dem Braun-Jura aufgelagert sein. Letzterer müsste sich also dicht unter dem Tuffe erbohren lassen; falls man nicht etwa die willkürliche Annahme machen wollte, dass der Tuff hier in ein mehr als 4,50 m tiefes Loch im Braun-Jura gerutscht wäre. Da wir nun aber bei allen unseren Bohrlöchern im Tuffe stets tief unter das Niveau des nebenbei anstehenden Braun-Jura oder Lias gekommen sind, so müsste ein Zweifler an der Gangnatur dieser Vorkommen stets behaupten, dass der Tuff in einem zufällig im Schichtgebirge vorhanden gewesenen 4—7 m tiefen Loche abgelagert worden sei. Bei solcher Verallgemeinerung tritt sofort die Unsinnigkeit einer solchen Annahme vor Augen; sie gilt daher auch von diesem vorliegenden Falle. Nicht in einem Loche etwa ist der Tuff dem Braun-Jura β aufgelagert, sondern er durchsetzt ihn.

Der Tuff am N.-Fusse des Grafenberges, im Pfarracker, ist mithin ebenfalls ein in die Tiefe setzender Gang, entstanden durch einen selbständigen Ausbruch in einem schmalen Kanale, welcher sich ganz nahe dem viel grösseren des Grafenberges seinen Weg durch die Erdrinde gebahnt hatte.

Wie am Grafenbergkegel, so fand sich auch an dieser Stelle Granit.

110. Der ? Tuffgang NO. vom Grafenberg.

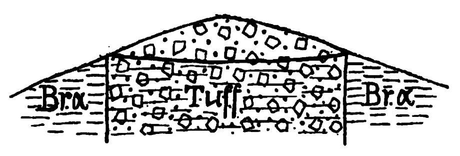
Wie das soeben besprochene Vorkommen, so ist auch dieses auf der geologischen Karte von Württemberg zu gross gezeichnet. Es beginnt nicht etwa, wie dort angegeben, bereits im Dorfe Grafenberg, sondern erst 80 Schritte nördlich von der durch dasselbe führenden Strasse, Fig. 84. Von letzterer aus zieht sich bei × ein Fussweg nach 110 zwischen den Obstgärten dahin. Dieser führt zunächst durch anstehenden Braun-Jura; an der Dorfstrasse stehen zwei Brunnen, 60—80 Fuss tief in diesem. Erst nach etwa 80 Schritten beginnt Tuff, in welchem ebenfalls Granit gefunden wurde. Genaueres über den Umfang dieses Vorkommens lässt sich ohne Bohrungen nicht feststellen, da der Graswuchs der Obstgärten die Ackerkrume verhüllt. Nach Analogie mit den anderen Vorkommen, bei Grafenberg liegt auch hier höchst wahrscheinlich ein selbständiger Ausbruchspunkt, also ein Tuffgang vor.

111. Der Maar-Tuffgang SO. vom Grafenberg.

Da wo die von Nürtingen nach Dorf Grafenberg führende Strasse aus der SW.-Richtung kurz vor dem Dorfe in die westliche umbiegt, findet

sich südlich der Strasse mitten im Acker abermals ein kleines Tuffvorkommen. Dasselbe liegt auf dem Gipfel des kleinen, niedrigen Hügels, dessen Anstieg bereits an dieser Strasse beginnt. Der Fuss desselben zeigt rings um den ganzen Bühl den Thonboden des Braun-Jura α; nur die Kuppe besteht aus Tuff; also die gewöhnliche Erscheinungsweise unserer Tuffberge im Braun-Juragebiete Fig. 84.

Während die beiden soeben besprochenen, in NW. und NO. hart am Grafenberg gelegenen Punkte No. 109 und 110 noch eine hohe Lage besitzen, befindet sich der hier in Rede stehende tief unten im Thale. Wie man in dem Grafenberge anfänglich gern das Ausbruchscentrum dieser um ihn herumliegenden Gruppe sehen möchte, so hat man hier, diesem SO.-Punkte gegenüber, anfänglich auch die Empfindung, dass es sich nur um eine von dem Grafenberg ausgeworfene Tuffmasse handle. Die Bohrung ergab indessen auch hier, dass ein selbständiger Ausbruchspunkt vorliegt. Das auf dem Gipfel angesetzte Bohrloch erschloss bis in 5,50 m Tiefe hinab den Tuff. Da der Braun-Jura ungefähr 1,80 m unterhalb des Gipfels beginnt, so hatten wir den Tuff 3,70 m unter das Niveau des nahebei anstehenden Schichtgebirges hinab verfolgt. Sicher ein Beweis dafür, dass keine Auflagerung, sondern eine durchgreifende stattfindet, wie Fig. 86 zeigt.



S.O. v. Grafenberg
Fig. 86.

Ein Aufschluss fehlt, doch lässt sich der Tuff im Ackerboden deutlich von dem Jurathon unterscheiden. Von nennenswerten Fremdgesteinen fanden sich im Tuffe Stubensandstein und vor allem Granit, so dass also jeder dieser 4 Punkte der Grafenberger Gruppe den letzteren geliefert hat. Der Weiss-Jura ist in dem vulkanischen Gesteine nur durch kleine Stücke vertreten, ganz ebenso wie das bei den vorher besprochenen NW.- und NO.-Punkten der Fall ist. Es zeigt also nur der eigentliche Grafenberg grosse Blöcke. Aber, wie schon gesagt, sie mögen einst auch hier vorhanden gewesen, jedoch durch Menschenhand vom Acker beseitigt worden sein.

112. Der Maar-Tuffgang auf den Hengstäckern, S. von Kleinbettlingen.

In geringer Entfernung südlich vom Dorfe Kleinbettlingen verzeichnet die geologische Karte von Württemberg ein Basalttuff-

ähnliches Gebilde. Dasselbe ist auf der hier beigegebenen Karte als echter Basalttuff eingezeichnet, da sich solcher nachweisen liess. Die Stelle liegt 1 km westsüdwestlich von Grafenberg. Von letzterem aus zieht eine durch Braun-Jura α gebildete Zunge westwärts; auf deren vorderer Spitze findet sich der in Rede stehende Punkt. Da diese Zunge sich zugleich auch nach W. hin abdacht, so setzt sie sich weiterhin als Liasrücken fort. Ich betone das; denn infolge dieser Abdachung fliesst der im O. abgeschwemmte Verwitterungslehmboden nach W., überdeckt alles und somit auch den Tuff.

Auf solche Weise sieht man an der mit Tuff bezeichneten Stelle nur diesen Lehmboden. In demselben liegen freilich kleinere Weiss-Jurastücke, aber die Sache macht doch einen ganz unvulkanischen Eindruck. In der Tiefe stecken jedoch nach Aussage der Leute auch grössere Stücke. Es mag daher sein, dass auch an der Oberfläche früher grosse Blöcke vorhanden waren, die später entfernt wurden.

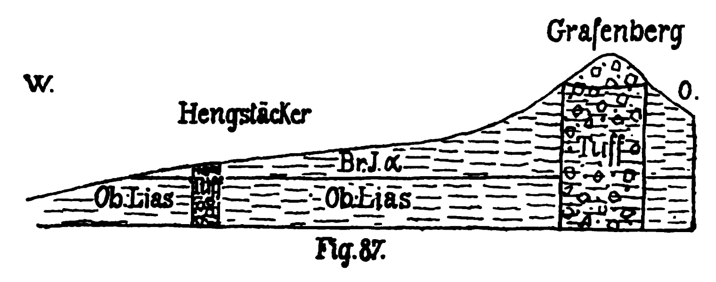


Fig. 87.

Ohne Bohrung war keine Entscheidung möglich; aber an welcher Stelle sollte man in dem lehmigen Jurathonboden das Bohrloch ansetzen? Das musste auf gut Glück geschehen. Nahe dem trigonometrischen Signalsteine von 373 m Meereshöhe begannen wir und hatten zufällig gleich die richtige Stelle getroffen. Bis in 7 m Tiefe hinab blieben wir im Tuff.

Auch hier also offenbar ein in die Tiefe setzender Tuffgang, denn mit jenen 7 m waren wir fast ebenso tief unter das Niveau des in der Nähe wirklich anstehenden Braun-Jura α gekommen. Der Durchmesser des Ganges ist, nach den Weiss-Jurastücken zu schliessen, kein grosser.

Die Gruppe nördlich von Grossbettlingen.

Der Geigersbühl. Der Punkt nördlich von Grossbettlingen. Das Authmuthbölle. Der Kräuterbuckel. In der Sulzhalde. Der Höslensbühl.

Mit dieser Gruppe haben wir die nördlichsten, dem Neckar

schon ganz nahen Vorposten unserer Vulkane, soweit dieselben zwischen Steinach und Erms liegen, erreicht. Nur einer derselben, der Geigersbühl, liegt noch auf Braun-Jura α. Alle anderen finden sich bereits auf Liasgebiet: Einer auf Oberem, die vier anderen auf Unterem Lias. Die Gesamtzahl aller in unserem ganzen Vulkangebiete aus dem Lias hervortretenden Tuffgänge ist aber eine äusserst geringe. Nur noch der Kraftrain, No. 76, der Ameisenbühl, No. 107, und der Gang im Scheuerlesbache, No. 123, gehören zu dieser kleinen Schar, welche durch so weitgehende Erosion ausgezeichnet ist. Zu ihnen gesellt sich als nördlichster und am tiefsten freigelegter Gang der bei Scharnhausen, No. 124, welcher aus Oberem Keuper herausschaut.

Diese 5 zu der Gruppe von Grossbettlingen gehörenden Vorkommen liegen weiter auseinander als diejenigen der Grafenberger Gruppe. Es fehlt ihnen auch ein alle anderen beherrschender, hoher Gipfel, wie das dort der Fall ist. Gewaltige Weiss-Jurablöcke kommen am Geigersbühl vor; es liegen auch im Tuffe des Authmuthbölle noch ziemlich grosse Stücke. An den anderen drei Punkten aber sind sie an der Oberfläche nicht vorhanden. Wie bei der Gruppe von Kohlberg (S. 392), handelt es sich hier jedoch um ganz flache, als Ackerland benutzte Vorkommen, von welchen die früher vorhanden gewesenen grossen Steine längst entfernt sein mögen. Ein Einblick in die Tuffmasse selbst ist aber durch die Geringwertigkeit der Aufschlüsse unmöglich gemacht.

Infolge des Mangels eines die anderen beherrschenden Punktes drängt sich dem Beobachter hier nicht so der Gedanke an eine centrale Ausbruchsstelle auf, wie das bei der Grafenberger Gruppe der Fall sein konnte. Nur zwischen dem Authmuthbölle und dem Kräuterbuckel möchte man anfänglich gern Beziehungen annehmen, sie als eine ursprünglich zusammengehangene Ablagerung auffassen. Auch hier aber ist das unhaltbar. Beide sind, ebenso wie die drei anderen, selbständige Ausbruchspunkte.

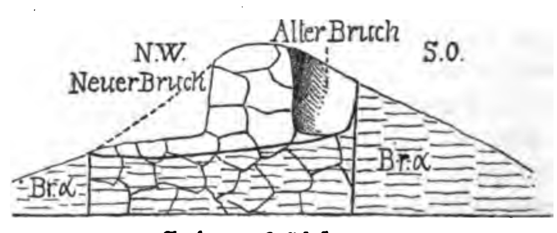
113. Der Maar-Tuffgang des Geigersbühl.

Auf der breiten, welligen Fläche des Braun-Jura α erhebt sich nordöstlich von Grossbettlingen ein kleiner, steiler Kegel, der Geigersbühl. Seine Meereshöhe beträgt 407 m. Der Gipfel liegt noch unterhalb des Niveaus, welches die obersten Schichten des Braun-Jura α in jener Gegend .einnehmen. Und dennoch besteht der Kegel nur aus einer festgepackten Masse riesiger Blöcke von Weiss-Jura-

kalk. Vor allem gehören sie dem δ und ε an; d. h. Schichten, welche anstehend an diesem Punkte mehr als 300 m höher liegen müssten, wenn sie noch vorhanden wären.

Nirgends sieht man gerötete oder dunkel gewordene Kalkstücke, wie sie in unseren Tuffen — freilich keineswegs auch in der dieselben bedeckenden Kappe aus Weiss-Juraschutt — liegen. Auch Tuff ist nirgends zu sehen. Ein grosser, im Betriebe befindlicher Bruch baut die Kalkmassen ab und erschliesst den Berg weit hinein in sein Inneres. Man sollte meinen, dass, wenn Tuff im Innern steckte, dieser Bruch durch die Schutthülle hindurch bereits auf den Tuffkern gekommen sein müsste.

So scheint der Berg ein Rätsel zu sein. Wir wollen daher die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zwischen seiner Weiss-Juraschuttmasse und dem Braun-Jura α feststellen. Keineswegs erhebt sich erstere allein für sich auf einer ebenen Fläche des letzteren. Der Braune Jura umgiebt vielmehr die Schuttmasse ringsum mantelförmig. Freilich ist dieser Mantel an der N.- und NW.-Flanke des Berges schon bis zum Fusse hinab abgeschält worden. An der NO.-Seite dagegen geht er fast bis auf den Gipfel hinauf, bis dicht an den dort befindlichen alten, verlassenen Bruch heran. Der folgende Durchschnitt giebt ein Bild der Sachlage.



Geigersbühl
Fig. 88.

Dass wir bei solchem Verhalten nicht etwa eine dem Braun-Jura α aufgelagerte Kalkmasse vor uns haben können, sondern eine demselben in einem Kanale eingelagerte, ist völlig zweifellos. An eine Moränenbildung ist also gar nicht zu denken. Die Blöcke sind zudem derart scharfkantig und entbehren so gänzlich jeglicher Glättung und Schrammung, dass überhaupt keine Grundmoräne, sondern höchstens eine Oberflächenmoräne vorliegen könnte. Wo wäre dann aber in der Umgegend die weitere Fortsetzung dieser? Bei dem gewaltigen Kubikinhalt der Schuttmasse am Geigersbühl müssten

sich doch anderwärts wenigstens noch Reste ihrer früheren Fortsetzung finden. Wie auch sollte der Gletscher seine Moräne gerade in diese, im Braun-Jura klaffende Spalte hineingeschoben haben?

Ebensowenig aber dürfen wir annehmen, dass wir vor einer Schuttmasse ständen, welche einstmals zu Thale niederging, als der Rand der Alb sich noch hier befand; also vor einem Bergrutsch. Dann wäre die Schuttmasse ja dem Braun-Jura auch nur aufgelagert und sie ist ihm doch eingelagert, wie wir sahen. Aber ein verwandter Vorgang könnte doch stattgefunden haben:

Als der Weiss-Jura hier noch anstand, konnte eine Kalkmasse desselben in eine Spalte von oben her hineingestürzt sein, ohne dass ein vulkanischer Ausbruch dazu die Veranlassung gegeben hätte. Wir würden in diesem Falle dem Erfolge nach im kleinsten Massstabe eine Wiederholung der Juraversenkung von Langenbrücken haben. Ich meine freilich nicht das längs gerader Spalten erfolgte Absinken einer Erdscholle, wie das bei Langenbrücken der Fall war, sondern nur ein Hineinstürzen von Weiss-Jurablöcken in eine die Alb durchsetzende Spalte oder Röhre; also ein in grossem Masse erfolgtes Abbröckeln von den Seitenwänden der letzteren. Die beiderseitigen Vorgänge sind ganz verschiedener Natur. Der Erfolg aber, den ich betonte, ist bei beiden derselbe. Hier wie dort wird die abgesunkene, bezw. abgestürzte Masse auf lange Zeit den Angriffen der Erosion entzogen; und erst nach langen Zeiträumen, nachdem alles Höherliegende abrasiert worden ist, erscheint das Abgesunkene an der nunmehrigen Tagesfläche, um jetzt erst mit dieser zusammen der Abtragung zu verfallen.

So könnte es hier sein. Mir scheint aber solche Erklärung nicht für unseren Fall zu passen. Die Spalte, wie wir sie annahmen, wäre nicht durch vulkanische Kräfte geöffnet, sondern durch gebirgsbildende. Sie wäre also schmal und länglich; und eine in solche Spalte hineingestürzte Kalkmasse müsste jetzt gleichfalls wohl einen, wenn auch nur kleinen, Längswall bilden. Hier beim Geigersbühl liegen aber eine Kalkmasse und ein Kanal von rundlichem Querschnitte vor, also keine Bruchstelle der Erdrinde von langgestrecktem Querschnitte. Die Kalkmasse stellt einen rundlichen Hügel dar, ganz wie unsere zahlreichen vulkanischen Tuffvorkommen das thun.

Dieser Umstand spricht zu gunsten der Lösung, dass die Schuttmasse auf einen unserer gewöhnlichen vulkanischen Ausbruchskanäle von rundlichem Querschnitte zurückzuführen ist und mit Tuff in Verbindung steht; dass wir in ihr also nur eine unge-

wöhnlich dicke, auf dem Kopfe eines Tuffganges sitzende Kappe von Weiss-Juraschutt zu sehen haben.

Unterstützt wird diese Ansicht zunächst dadurch, dass Granite am nordöstlichen Abhange des Geigersbühl gefunden wurden. Schon Deffner[1] berichtet darüber. Es kam bei „Drainierung der dortigen Waldanlage eine Anzahl merkwürdiger weisser Granite und grüner Pinitgneisse in kleinen Stücken bis höchstens Faustgrösse zu Tage". Auch jetzt noch waren einige Stücke derselben zu finden. Dieselben lagen im NO. des Bühls, am Rande des Waldes, da, wo dieser an den Acker stösst. Das deutet sicher auf das Vorhandensein von Tuff an dieser Stelle. Freilich ist dieselbe durch einen Streifen Jurathonbodens von dem Geigersbühl getrennt. Wir haben jedoch vom Gaisbühl No. 122 und den Hengstäckern No. 112 gesehen, wie der Tuff vollständig übergossen werden kann durch Thonmassen, welche von den benachbarten Höhen abgeschlämmt werden. Das wäre auch hier sehr gut möglich, denn die genannte Stelle liegt niedrig genug dazu. Denkbar ist es freilich auch, dass sich ein selbständiger zweiter kleiner Ausbruchspunkt an der genannten Stelle befindet.

Wie dem auch sei, nicht nur dieser Punkt, sondern direkt der Gipfel des Geigersbühl verraten uns, dass unter seinem Weiss-Juraschutte Tuff begraben liegen muss. Dort oben liegt nämlich ein alter bereits zugewachsener Steinbruch. An dessen Rande fanden sich bei genauem Absuchen nun ebenfalls zwei, allerdings nur kleine Stückchen Granit. Diese sind sicher nicht auf den Berg hinauf getragen, sondern befinden sich dort auf ursprünglicher Lagerstätte Vermutlich gilt das auch von den sechs Stückchen Stubensandsteines welche ich ebenfalls an dieser Stelle sammelte. Doch könnte das schon zweifelhaft sein, denn es fanden sich auch Stücke von Posidonomyenschiefer sowie Glasscherben. Diese Schiefer rühren entweder vom Dache eines Häuschens her, welches hier oben einmal stand, oder sie sind mit dem Dünger hinaufgekommen, falls der Gipfel früher einmal beackert worden sein sollte.

Jene Granitstückchen dagegen stammen sicher aus dem alten Bruche, denn sie sind zu selten und nur an vulkanischen Stellen bei uns vorhanden, als dass sie verfrachtet sein könnten. Rechnet man zu dem Granite den rundlichen Umriss der Kalkmasse und ihr mantelförmiges Umfasstwerden durch Braun-Jura, so spricht das alles für das Dasein eines vulkanischen Ausbruchskanales.

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 29.

Es ist nach dem Gesagten im höchsten Masse wahrscheinlich, dass der Geigersbühl ebenfalls der Kopf eines in die Tiefe hinabsetzenden Tuffganges ist, und dass die bisher allein bekannte Schuttmasse nur eine ungewöhnlich dicke Kappe von Weiss-Juraschutt auf demselben bildet. Betrachtet man die grosse Dicke der Schuttmassen am Jusi No. 55, am Aichelberg No. 74, 75 und anderen unserer Tuffmassen, so wird uns auch am Geigersbühl die Annahme einer grossen Möglichkeit derselben nicht gewagt erscheinen.

114. Der Maar-Tuffgang auf dem Scheidwasen, N. von Grossbettlingen.

Auf der geologischen Karte von Württemberg befindet sich nördlich des Dorfes von Grossbettlingen und nordwestlich nahe dem Geigersbühl No. 113 ein grosses basalttuffähnliches Vorkommen eingezeichnet. Die Stelle liegt jedoch weiter südlich als dort angegeben, auf dem Scheidwasen. Sie ist kleiner und besteht wirklich aus Basalttuff. Dementsprechend ist auf beiliegender Karte eingetragen worden.

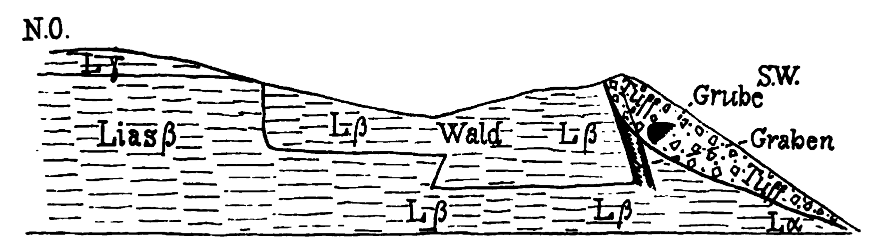
Viel lässt sich über diesen Punkt nicht beobachten. Er liegt im Oberen Lias, da wo die von Grossbettlingen aus nach N. führende Strasse das kleine Thal hinter sich gelassen hat. An der Böschung verraten Maulwurfshaufen den Tuff. Auf der westlichen Seite der Strasse findet sich eine kleine Vertiefung; dieselbe macht ganz den Eindruck, als wenn in ihr einstmals Kalksteine gewonnen sein könnten. Ich liess hier bohren, bis auf 7 m hinab blieben wir im Tuff. Da die Oberfläche des umgebenden Oberen Lias nur etwa 1 m tiefer liegt als die Mündung des Bohrloches, so waren wir im Tuff etwa 6 m unter die Liasfläche gekommen.

Folglich liegt auch hier ein in die Tiefe hinabgehender Tuffgang vor, welcher jetzt im Ober-Lias aufsetzt, aber durch einen Vulkanausbruch entstand, als sich hier noch die Alb ausdehnte.

115. Der Maar-Tuffgang des Authmuthbölle.

Mit dem soeben besprochenen Tuffgange No. 114 hatten wir, für diese Gruppe von Grossbettlingen, bereits das Gebiet des Unteren Braun-Jura verlassen und waren in dasjenige des Oberen Lias eingetreten. Hier am Authmuthbölle finden wir den Tuff schon im Mittel- und Unter-Lias, treten also in eine abermals tiefere Stufe der Abtragung unserer Tuffgänge ein.

Aus dem Liasgebiete der Gegend, in welcher wir uns hier befinden, ist durch zwei parallele, von NO. nach SW. verlaufende kleine Nebenthäler des Authmuthbaches eine Zunge herausgeschnitten, welche sich folglich auch nach SW. hin erstreckt und am Authmuthbache endet. Von letzterem aus betrachtet, erscheint dieses Ende als ein echter kegelförmiger Bühl. Der Rücken der Zunge besteht aus Lias γ, ihr Unterbau aus β; doch dacht sie sich nach SW. hin etwas ab, indem dort auf ihrem Rücken das γ bereits fortgewaschen ist und β zu Tage tritt. Da, wo die Zunge zum Authmuthbache steil abfällt, ist auf ihrem Rücken plötzlich der Lias verschwunden und vulkanischer Tuff an seine Stelle getreten. Das folgende Profil lässt diese Verhältnisse erkennen.



Authmuthbölle, gesehen von N.W. her (a. d. Bahn.)
Fig. 89.

Wie man sieht, setzt der Tuff an der SW.-Seite vom Gipfel der Zunge bis in das Niveau der Thalsohle hinab. Doch tritt er nicht bis hart an den Bach heran, denn dieser schneidet bereits in den Unter-Lias ein. Betrachtet man nun dieses Ende der Zunge vom Bache, also SW. her, so hat man, wie oben bemerkt, einen kegelförmigen Berg vor sich. In der Mitte des letzteren zieht sich von oben bis unten der Tuff als breiter Streifen hinab. Rechts und links, d. h. nördlich und südlich von diesen, besteht der Kegel dagegen aus Lias β. Also ganz derselbe Typus, wie wir ihn z. B. beim Lichtenstein No. 71 und dem Egelsberg No. 79 kennen gelernt haben (Fig. 90).

Verfolgen wir die Begrenzungslinie zwischen Tuff und Lias, wie sie uns obige Darstellung anzeigt. Am südlich gekehrten Abhange sehen wir, wie die Grenze zwischen beiden in ungefähr gerader Richtung bergauf bis zum Gipfel verläuft. Ebenso kann man auch oben auf letzterem sehen, wie der Tuff hier gegen die Lias-

zunge in ziemlich gerader, quer über den Rücken hinweglaufender Linie abschneidet. Dann wendet sich die Grenze an der N.-Seite wieder bergab, jedoch nicht in gerader, sondern in bogiger bezw. winkeliger Linie.

Eine derartige Lagerung ist gar nicht anders zu deuten, denn als die eines Tuffganges, welcher hier im Lias β aufsetzt. Die W.-Grenze desselben ergab sich da, wo die Tuffmasse das Niveau der Thalsohle berührt. Die S.-Grenze zieht am Bergabhang hinauf, die O.-Grenze läuft über den Rücken hinweg, die N.-Grenze wieder am Abhange hinab. Läge eine Anlagerung vor, so würde das Ende der Zunge ganz aus Tuff bestehen. Das ist aber nicht der Fall, er ist vielmehr im N. und S. von Lias β flankiert. Der Tuff hätte also bei seiner Anschwemmung geradezu zwischen zwei senkrechte Liasmauern hineingeschoben werden müssen; das ist ein Unding.

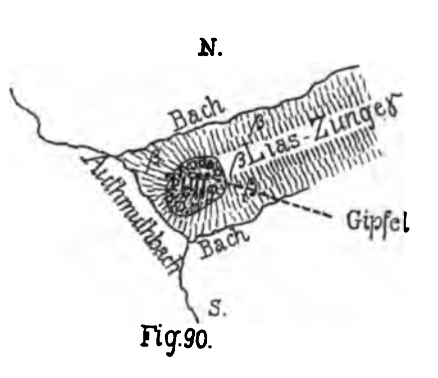


Fig. 90.

Die NW.-Seite der Tuffmasse bietet einen grossen Aufschluss dar. In dem massigen Tuffe liegen ausser zahllosen kleineren Stücken auch recht grosse Blöcke von Weiss-Jura. Die Stufen α, wohl auch β, sind vorhanden; δ und ε aber fehlen bemerkenswerter Weise! Bei einer Verfrachtung durch Wasser wären natürlich diese grossen Blöcke zu unterst abgelagert worden; sie liegen aber mitten und oben im Hügel. Unter anderen Fremdgesteinen fand sich auch Granit.

Wir haben nach Obigem im Authmuthbölle vor uns einen senkrecht im Lias β aufsetzenden Tuffgang. Derselbe wird von der Tagesfläche, dem Bergabhange, schräg, von oben-hinten nach vorn-unten durchschnitten. Die Liaswände des Kanales werden durch diesen schrägen Schnitt aber gleichfalls mit getroffen. Es ist daher die N.-Wand noch ganz stehen geblieben; hier beginnt ja die Liaszunge. Die W.-Wand dagegen ist bis auf die Thalsohle hinab weggeschnitten. Die beiden anderen Wände sind gegen N. noch hoch, gegen S. niedrig. Zur Zeit des Ausbruches befand sich hier die Alb, aber vermutlich nur mit ihrer α- und β-Stufe.

Der Querschnitt des Ganges ist der gewöhnliche, ein gerundet viereckiger.

116. Der Maar-Tuffgang des Kräuterbuckel oder Buigenbühl, SW. von Raidwangen.

Nur durch ein Thal von dem soeben besprochenen Authmuthbölle No. 115 getrennt, liegt in der geringen Entfernung von $^1/_2$ km ein ferneres vulkanisches Vorkommen. Während dasjenige des Authmuthbölle durch den an seinem Fusse dahinfliessenden Authmuthbach bereits an dieser Bachseite freigelegt ist, steckt dasjenige des Kräuterbuckels noch gänzlich im Lias β drinnen. Letzterer bildet hier einen breiten, sanft abgedachten Rücken. Auf der höchsten Stelle erhebt sich eine kleine Erhöhung von 70 Schritt Durchmesser und auf dieser befindet sich eine flache Vertiefung, aus welcher einmal Tuff oder Kalksteine desselben gewonnen sein müssen. An der



Tuffgang am Kräuterbuckel bei Raidwangen
Fig. 91.

Oberfläche ist freilich das vulkanische Gestein derart zu gelber, thoniger Masse zersetzt, dass man eben nur erkennen kann, dass es kein Liasthon ist; denn dieser hat ganz andere Beschaffenheit und steht rings um diese rundliche Stelle deutlich an. An der Ost- und Nordostseite der letzteren, an welcher jene Vertiefung liegt, ist die Grenze gegen den Lias ganz scharf zu erkennen. Derselbe steht dort überall in demselben oder in höherem Niveau als die Oberfläche des Tuffes. An der Westseite dagegen liegt der Lias einige Meter tiefer als das vulkanische Gestein. Im Acker finden sich, anscheinend nur bis zur β-Stufe hinaufgehend, kleine Stücke von Weiss-Jurakalk; grosse fehlen; früher sind sie vielleicht einmal vorhanden gewesen und zur Wegverbesserung verbraucht.

Die Erscheinung dieses Hügels macht durchaus den Eindruck, als wenn auf dem Liasrücken ein kleiner Erosionsrest einer einstigen Tuffdecke liege. Wer die so eigenartigen Lagerungsverhältnisse unserer Tuffe nicht kennt, würde zu keinem anderen Ergebnisse ge-

langen. Wie sollte man denn voraussetzen können, dass hier ein aus der Tiefe aufsteigender Tuffgang den Kopf heraussteckt?

Letzteres ist jedoch der Fall. An der tiefsten Stelle der auf dem Gipfel befindlichen Grube, welche bereits tiefer als die Oberfläche des Lias liegt, wurde ein Bohrloch angesetzt, welches 5,50 m Tuff ergab. Damit waren wir im ganzen etwa 6—7 m unter die Oberfläche des nahebei anstehenden Lias β gekommen. An Auflagerung ist mithin nicht zu denken.

Der Kräuterbuckel oder Buigenbühl ist mithin gleichfalls ein in die Tiefe setzender Tuffgang. Jetzt schaut sein Kopf aus Lias β heraus; zur Zeit des Ausbruches aber dehnte sich hier die Alb, wohl nur mit ihrer α- und β-Stufe, aus. Der Querschnitt des Ganges ist ein rundlicher. Im Tuffe ist hervorzuheben das Vorkommen von Granit, sodann rauchgrau gebrannter Weiss-Jurakalke und feuerroten Sandsteins; vor allem aber dasjenige von Trochitenkalk, welcher aus dem Bohrloche gefördert wurde. Nur noch an der Sulzhalde No. 117 finden wir Stücke von Muschelkalk im Tuffe, was für das Auftreten desselben in der Tiefe bedeutungsvoll ist.

117. Der Maar-Tuffgang in der Sulzhalde, SO. von Neckarthailfingen.

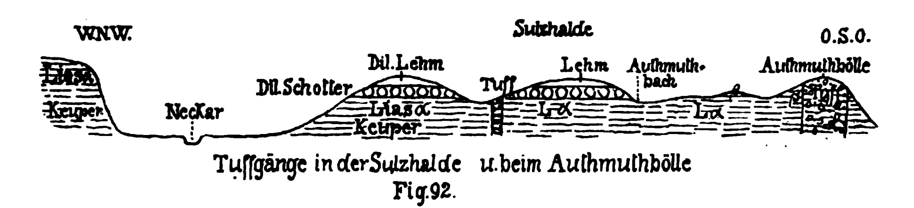
Mit diesem Tuffvorkommen sind wir fast dicht an den Neckar gerückt. Es ist durch den Authmuthbach von den beiden letztbeschriebenen Gängen getrennt. Während diese noch aus Lias β zu Tage treten, schaut dieser nördlicher gelegene bereits aus dem α heraus. Während jene sich doch noch etwas über die umgebende Liasfläche erheben[1], ist dieses bereits völlig eingeebnet. Es bildet keinerlei Erhebung mehr, sondern schmiegt sich nur an das Thalgehänge an. Das folgende Profil giebt einen Schnitt durch dieses Vorkommen, sowie durch dasjenige des Authmuthbölle.

Wir befinden uns hier auf den Höhen, welche das rechte Ufer des Neckar unmittelbar begleiten, bezw. auf der Liasfläche, in welche sich der Lauf des Neckars tief eingeschnitten hat. Das Gelände besteht aus Lias α. Dieser ist mit altem Neckarkies überdeckt und wird seinerseits wieder von Lehm überlagert. Diese ursprünglich ebene Fläche wird durch Thalbildungen, welche in das Neckarthal

[1] Das Authmuthbölle bildet nur da, wo es von Thalbildung umfurcht ist, einen eigentlichen Hügel. Über die Fläche seiner Liaszunge dagegen erhebt es sich nur ganz wenig.

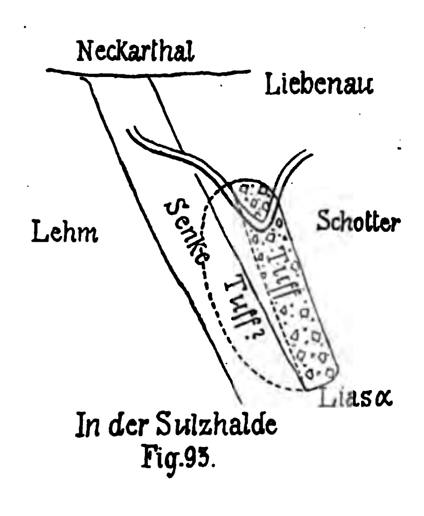


münden, in eine Anzahl von breiten Wellen zerschnitten. Eine dieser Thalbildungen kommt hier in Frage; denn am Oberlaufe derselben, da, wo sie eine ganz flache, langgestreckte Senke ohne Wasserlauf darstellt, liegt unser Tuffvorkommen in der Sulzhalde. Ein Fahrweg führt aus der Senke am östlichen Gehänge derselben hinauf auf die



Tuffgänge in der Sulzhalde u. beim Authmuthbölle
Fig. 92.

Höhe. Da, wo er scharf umbiegt, schneidet er am Thalgehänge in Tuff ein. Die Entblössung ist gering, nur durch den Weg hervorgerufen; denn der Flussschotter, bezw. auch der Lehm, welche überall auf den Höhen liegen, ziehen sich an den Gehängen der Thalbildungen hinab und verhüllen so das dort Anstehende.



In der Sulzhalde
Fig. 93.

Auf eine Erstreckung von etwa 60 Schritten lässt sich so der Tuff deutlich verfolgen. Wenn man aber im Streichen dieser Strecke weiter südöstlich an dem sanften, flachen Gehänge weiter wandert, so finden sich auf dem Acker ausser dem Schotter auch die den Tuff kennzeichnenden fremden Gesteinsstücke. Hier und da bringt auch der Maulwurf etwas zersetzten Tuff an die Oberfläche. Auf mehr als 200 Schritt scheint so am Thalgehänge der Tuff durch seine dünne, herabgewaschene Lehm- und Schotterhülle hindurch, so dass das Vorkommen im ganzen eine mindeste Länge von 260 Schritten besitzt. Die Breite desselben lässt sich nicht angeben, denn der Tuff erscheint, wie gesagt, nur am Gehänge, also in einem ganz schmalen Streifen. Höchst wahrscheinlich wird er auch noch unten auf dem Boden der Senke liegen, so dass ein ovaler Umriss des Tuffleckes sich herausstellen würde; mit einem solchen ist er denn auch in der Karte eingezeichnet. Aber der Boden der Senke

ist mit Lehm bedeckt, welcher von der westwärts gelegenen Höhe herabgespült wird. Dieser verschleiert das Anstehende; es lässt sich daher die Ausdehnung des Tuffes nach Westen, bezw. die Breite des Ganges, nicht angeben.

Zur Beurteilung der Verhältnisse dient uns das Folgende: Wir befinden uns hier in dem bereits ganz flach gewordenen Oberlaufe unserer Thalbildung. Alle Thalbildung aber schreitet mehr und mehr bergaufwärts voran; immer weiter nach der Quelle zu schneiden sich die Wasserläufe ein. Es ist also ihr oberstes Ende, bezw. ihr Anfang, stets des jüngsten Alters. Mithin können auch diese erst flache Senke und ihr Gehänge nur jung alluvialen Alters sein. An diesem Gehänge aber, welches in diluvialer Zeit noch gar nicht bestand, denn das Thal war damals noch gar nicht vorhanden, liegt unser Tuff. Folglich kann letzterer nicht etwa in diluvialer Zeit durch Eis oder Wasser an das Gehänge angeschwemmt worden sein. Noch weniger aber kann er bereits in tertiärer Zeit von einem benachbarten Vulkane, etwa dem Authmuthbölle aus, durch die Luft hierher auf das Gehänge geschleudert worden sein. In alluvialer Zeit endlich gab es weder Vulkanausbrüche, noch Gletscher, noch so grosse Wasserfluten; mithin kann der Tuff auch in dieser jüngsten Zeit nicht erst an den Abhang verfrachtet worden sein.

Diese Überlegungen zeigen, dass der Tuff unmöglich an das Gehänge angelagert sein kann. Sein Auftreten am Abhange eines Thalabschnittes jüngster Entstehung, während er selbst älter ist, beweist vielmehr unwiderleglich, dass er früher an dieser Stelle lag als die Senke, dass er also durchgreifende Lagerung besitzt, einen Gang bildet. Um das aber nicht nur durch Schlüsse, sondern auch durch direkte Beobachtung zu beweisen, liess ich im Wegeinschnitte neben der Strasse ein Bohrloch stossen. Dasselbe wurde etwa $4^1/_2$ m über dem tiefsten Punkte der Senke angesetzt; leider durfte ich in der Senke selbst nicht bohren. Es ergab auf die Tiefe von $6^1/_2$ m stets vulkanischen Tuff. Dieser ist mithin noch auf 2 m unter das Tiefste der Thalsohle hinab verfolgt. Das aber ist nur dann möglich, wenn er einen in die Tiefe hinabsetzenden Gang bildet. Am südlichsten Ende des Tuffvorkommens liegt dasselbe bereits fast auf gleicher Höhe mit der Thalsohle, da die Senke hier ganz flach ist. Hier wäre ich mit dem Bohrloche an 5 m unter die Sohle gekommen, ich durfte aber im Acker nicht bohren.

Nach dem oben Gesagten gehört dieses Vorkommen in der Sulzhalde ganz demselben Typus an, wie diejenigen am Authmuth-

bache No. 100, am Scheuerlesbach No. 123 und bei Scharnhausen No. 124. Wir haben ein geologisch junges Thal, welches in Unteren Braun-Jura, Unteren Lias oder Oberen Keuper einschneidet. An dem einen Gehänge, gewissermassen an dasselbe angeklebt, erscheint Tuff. Dieser letztere ist aber nicht an die Thalwand angelagert, sondern er bildet einen Gang. Von der Thalseite her ist derselbe bereits freigelegt; hier ist das Nebengestein, in welchem der Gang aufsetzte, durch die Thalausfurchung abgeschält. An der Gehängeseite dagegen ist es noch vorhanden. Bei Kohlberg wird diese Gangnatur durch das Auftreten von Basalt erwiesen; im Scheuerlesbache durch Kontaktmetamorphosen; hier in der Sulzhalde durch Bohren. Bei allen zusammen noch durch das Niedersetzen des Tuffes in die Thalsohle, welche weder zu miocäner noch auch zu diluvialer Zeit bereits in ihrer jetzigen Tiefe vorhanden gewesen sein kann.

Der Tuff in der Sulzhalde besitzt die gewöhnliche Beschaffenheit; er ist massig, enthält aber nur kleine Stücke von fremden Gesteinen. Weiss-Jura bildet die Hauptmasse derselben, viele im dunkelgebrannten Zustande; δ und ε dürften bemerkenswerterweise fehlen, β ist wohl sicher vorhanden. Ausser diesen ist erwähnenswert Keuperthon, Keupersandstein, feuerroter Sandstein wie am Kräuterbuckel No. 116, und vor allem Muschelkalk.

Letzterer ist deswegen so wichtig, weil er mit noch einer Ausnahme, des soeben besprochenen Kräuterbuckels No. 116, in keiner anderen unserer so zahlreichen Tuffmassen bisher gefunden worden ist. Schon Deffner hebt dieses Fehlen hervor und sagt, dass in der Sulzhalde „zum erstenmale ein dem Muschelkalk ähnliches Gestein in ziemlicher Menge“ sich einstellt. Dieses bedingt Ausgesprochene hat volle Richtigkeit. Es kommt wirklich Muschelkalk hier vor. Nicht nur liegt er in dem Aufschlusse an der Tagesfläche, sondern wir haben ihn auch erbohrt. Das ist hervorzuheben. Denn oben auf der Höhe, bei der Burgstelle von Liebenau, findet man im Flussschotter gleichfalls Muschelkalk. Man könnte daher immerhin das am Wege, auf und selbst in dem Tuffe, gefundene Muschelkalkgestein für aus diesem Kiese stammend und nur heruntergefallen halten wollen. Im Bohrloche ist indessen sein Vorkommen keinem Zweifel ausgesetzt.

Im dem benachbarten Kräuterbuckel No. 116 zeigte sich in gleicher Weise im Bohrloche Muschel- und zwar dort Trochitenkalk. Da nun dieses Gestein in allen übrigen unserer Tuffe fehlt, an diesen beiden Punkten aber auftritt, so ist es wahrscheinlich, dass in der

Tiefe unseres Gebietes der Muschelkalk von N. her nur bis in diese Gegend, der Sulzhalde und des benachbarten Kräuterbuckels, zieht, im übrigen aber fehlt.

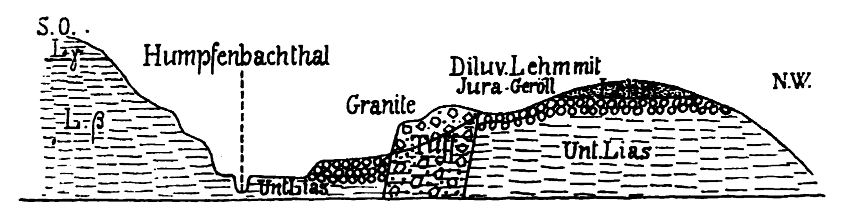
So ergiebt sich durch Lagerung und Bohrung für den Tuff in der Sulzhalde, dass er einen Gang bildet, welcher jetzt aus Lias α heraustritt. Als er durch einen hier erfolgten Ausbruch entstand, befand sich an dieser Stelle noch die Alb. Dieselbe dehnte sich also, mindestens mit ihrer α- und β-Stufe, hier bis an das rechte Neckarufer hin aus. In der Tiefe ist hier, nahe dem letzteren, der Muschelkalk noch vorhanden; weiter südlich dürfte er fehlen.

118. Der Maar-Tuffgang des Höslensbühl im Humpfenthale, S. von Nürtingen.

Wie die Gänge in der Sulzhalde No. 117 und im Kräuterbuckel No. 116, so liegt auch der jetzt zu besprechende nahe dem Neckar. Es sind dies die drei diesem Flusse am meisten genäherten Tuffgänge. Wir finden den hier in Rede stehenden am Höslensbühl kaum $1^1/_2$ km südlich der Stadt Nürtingen, und 4—5 km nordöstlich von jenen beiden soeben genannten anderen. Der von S. herkommende Humpfenbach gabelt sich an dieser Stelle, so dass er nun zweiarmig dem Neckar zufliesst. In der Gabelungsstelle, d. h. am vordersten Ende der, zwischen beiden Gabelzinken liegenden Liaszunge, befindet sich das Tuffvorkommen. Die Verhältnisse sind also ganz dieselben wie beim Authmuthbölle No. 115; nur dass dort der Aufschluss, entsprechend der grösseren Tiefe des Thaleinschnittes, ein viel grösserer ist. Das folgende Profil giebt eine Anschauung der Sachlage.

Man sieht, die Liasfläche ist mit Neckarschotter und Lehm bedeckt, wie in der benachbarten Sulzhalde No. 117; der Humpfenbach ist in diese Fläche eingeschnitten, ebenso wie das dortige Thal. Das SO.-Gehänge zeigt von oben bis unten aufgeschlossen den Lias β. An dem NW.-Gehänge klebt etwas Tuff, welcher einen kleinen, in das Thal etwas hineinragenden stumpfen Vorsprung bildet. Rasen bedeckt leider den steilen Abhang, so dass hier wenig zu sehen ist. Nur kleine Granitstücke kann man auf demselben sammeln. Dass sie im Boden sehr zahlreich vorkommen, zeigt ein oben am Abhange gezogener Graben. Welcher Art dieser Boden aber ist, verrät sich erst, sowie wir den steilen Abhang erstiegen haben. Oben

auf der sanft gewölbten Fläche nämlich ist der Tuff unverkennbar. In diesem erscheinen ausser dem Granite noch Weiss-Jurakalke, jedoch nur in kleinen Stücken, zum Theil gerötet. Sodann Bonebed-, Stubenund Schilfsandstein, also fast alle harten Gesteine des Keupers. Keines dieser Stücke war gerollt; ich muss das hervorheben, da von dem auflagernden Flussschotter her sich auch einzelne Gerölle beimischen und man glauben könnte, ich habe diese Bestandteile des Schotters irrtümlicherweise für solche des Tuffes gehalten.



Höslensbühl
Fig. 94.

Dass auch hier ein in die Tiefe setzender Gang von rundlichem Durchmesser vorliegt, wird durch die Analogie der Verhältnisse mit anderen sicher erwiesenen Gängen unseres Gebietes völlig zweifellos. Der Tuff setzt ja auch bis in die jugendliche Thalsohle hinab.

IIIf. Die im Vorlande der Alb, zwischen Erms und Echaz gelegenen Maar-Tuffgänge.

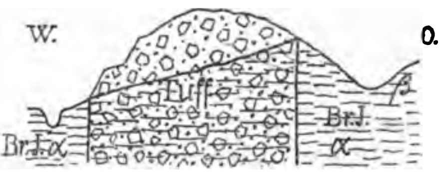
In diesen Abschnitt des Geländes fällt nur die kleine Zahl von zwei vulkanischen Punkten, welche zudem beide dem Steilabfalle der Alb ganz nahe liegen. Es sind das der Schafbuckel und das Rangenbergle, beide auf Blatt Urach an dessen nordwestlicher Ecke zwischen Neuhausen und Eningen gelegen. Der erstere aus Braun-Jura β, das letztere aus Oberem Braun-Jura zu Tage tretend. Weiter nordwärts gegen den Neckar zu, auf Braun-Jura α und der grossen Liasfläche, ist bisher in diesem Abschnitte des Geländes kein einziges vulkanisches Vorkommen bekannt. Wir sehen mehrfach — in der Sulzhalde No. 117, am Authmuthbache nordwestlich von Kohlberg No. 100, im Scheuerlesbache No. 123, bei Scharnhausen No. 124 — wie sich hier kleine Tuffmassen an die eine Seite eines Thalgehänges anschmiegen und zum Teil von oben her mit herabgespültem Verwitterungsschutt verhüllt werden. Es ist daher gar nicht unmöglich, dass in diesem mehr gegen den Neckar hin ge-

legenen Teile unseres Geländeabschnittes noch weitere Tuffvorkommen unter solchen herabgespülten Massen verborgen liegen.

119. Der Maar-Tuffgang des Schafbuckel, SSW. von Neuhausen.

Die geologische Karte von Württemberg giebt 2 km südsüdöstlich von Neuhausen ein basalttuffähnliches Vorkommen an; in den Begleitworten findet es keine Erwähnung. An demselben lässt sich jedoch zweifelloser Tuff und zwar an verschiedenen Stellen nachweisen; daher ist der Punkt auf beiliegender Karte entsprechend geändert eingetragen worden.

Wenn man von Neuhausen aus den Lauf des Tiefenbaches aufwärts verfolgt, so trifft man in der Nähe der hier in Rede stehenden Gegend auch eine Stelle, an welcher der Bach sich gabelt, an welcher also ein Nebenbach in ihn einmündet. Nicht an dem Vereinigungspunkte der beiden Zinken, wie der letztbesprochene Höslensbühl No. 118, sondern mitten zwischen denselben liegt unser vulkanischer Punkt. Er stellt also einen, von S. nach N. etwas gestreckten Rücken dar, welcher aus der Fläche des Unteren Braun-Jura durch zwei südnördlich fliessende Bäche herausgeschnitten wird. Das Hauptthal, der Tiefenbach im W., hat sich tiefer, bis auf das α hinab eingegraben; das Nebenthal im O., weniger tief, letzteres bleibt daher im β, Fig. 95. Auf solche Weise fällt der Schafbuckel nach W. hin steil ab, nach O. hin sanfter. Auf der W.-Seite ist das Nebengestein des Tuffganges, der Braun-Jura β, bis auf die Thalsohle hinunter abgeschält; der Tuff liegt hier also ganz frei und reicht fast bis auf den jugendlichen Thalboden hinab. Auf der O.-Seite dagegen reicht das Nebengestein noch viel höher am Tuffe in die Höhe. Das obige Profil giebt ein Bild dieser Verhältnisse.



Schafbuckel
Fig. 95.

Während der Schafbuckel von W. nach O. durchschnitten das obige Bild gewährt, würde ein Schnitt von S. nach N. uns einen etwas langgestreckten, viel sanfter gewölbten Hügel erkennen lassen. Aber nicht die ganze Länge des zwischen den beiden Bächen dort gelegenen Hügels besteht aus Tuff, sondern nur der mittlere Teil; das vordere und hintere Ende dagegen aus Braun-Jura β. Der Gegensatz zwischen dem thonigen Boden des letzteren und dem

schüttigen, lockeren des vulkanischen Gesteines lässt die Grenzen beider ziemlich scharf erkennen; nicht nur oben auf dem Rücken ist das der Fall, sondern auch am W.- und O.-Abhange hinab.

Es kann nach solcher Lagerungsweise des Tuffes kein Zweifel darüber sein, dass er auch hier nicht eine angelagerte Masse, sondern eine dem Jura eingelagerte, ihn senkrecht durchsetzende, bildet.

Der Tuff enthält keine grossen Weiss-Jurablöcke, es zeigen sich nur kleinere Stücke, bis δ hinauf. Viele derselben sind gerötet. Von anderen Fremdgesteinen sind erwähnenswert: Stubensandstein, roter Keuperthon und ein Stückchen Granit.

120. Der Maar-Tuffgang des Rangenbergle.

Ein von W. nach O. langgestreckter vulkanischer Berg erhebt sich nördlich der Stadt Eningen bis zu 588 m Meereshöhe und etwa 70 m über der an seinem Fusse vorbeiführenden Chaussee. Rangenbergle wird er genannt, obgleich ihm bei seinem bedeutenden Umfange dieses Diminutiv viel weniger zukommt als anderen unserer vulkanischen Berge.

Dieses Vorkommen liegt auf Oberem Braun-Jura, noch nicht 1 km vom Fusse der Alb entfernt. Wie so häufig, so besteht auch hier nicht etwa der ganze, 70 m hohe Berg aus vulkanischem Gesteine, sondern der Sockel wird gebildet durch Juraschichten und diese erst tragen einen von W. nach O. langgezogenen Aufsatz von Tuff. Betrachtet man diesen im Profil von N. oder S. her, so ergiebt sich folgendes Bild: Das östliche Ende des Berges erhebt sich schnell zu einer höchsten Spitze. Von dieser aus zieht sich der Rücken nach W. hin in Gestalt eines weniger hohen abgestumpften Grates, welcher grosse Weiss-Jurablöcke trägt. Dieselben gehören dem δ und ε an; Stufen, die auch heute noch ganz in der Nähe oben auf der Hochfläche der Alb anstehen.

Der jurassische Sockel des Berges wird als Acker benutzt, der Tuffaufsatz liegt unter einer Rasendecke; die Äcker reichen jedoch mit ihrem oberen Ende noch in das vulkanische Gebiet hinein. Das ist insofern von Bedeutung, als dadurch Aufschlüsse im Tuff erzeugt werden, welche sich rings um den ganzen Berg herumziehen. Auf der Grenzlinie zwischen dem festen, rasenbedeckten Gebiete und dem durch Acker gelockerten entsteht nämlich, da letzterer allmählich abgeschwemmt wird, ein kleiner Steilabfall, ein Anschnitt des Tuffaufsatzes. Mit Hilfe dieses kann man sich an einer ganzen

Anzahl von Punkten überzeugen, dass das unter dem Rasen und Weiss-Juraschutt verborgene Gestein wirklich überall aus Tuff besteht.

Wie so häufig bei unseren, unten aus Jura, oben aus Tuff bestehenden Bergen, so zieht sich auch hier der Tuff an einer Flanke, in diesem Falle der südlichen, tiefer hinab als an den anderen, den W.- und N.-Flanken. An letzterem liegen daher die Äcker bis an ihr oberes Ende auf Braun-Juraboden, auf der südlichen dagegen mit ihrem oberen Teile auf Tuffgebiet. Auf solche Weise erhält man auch hier, wie z. B. beim Metzinger Weinberg No. 102 und anderen, den Eindruck, als sei ein Juraberg mit schräg abgeschnittener Oberfläche vorhanden gewesen, auf welche schiefe Ebene dann später der Tuff aufgelagert wurde. In Wirklichkeit aber liegt sicher auch hier ein senkrechter Tuffgang vor, dessen Kopf oben aus dem Juraberge herausschaut und von dessen südlicher Wand der Jura durch die Erosion bereits tiefer abgeschält ist als von den anderen. Der direkte Beweis wäre in diesem Falle nur durch Bohren zu erbringen.

Der Umriss dieses Vorkommens, also der Querschnitt des Ganges, ist ein ungefähr ovaler; er scheint mir weniger breit zu sein als auf der geologischen Karte von Württemberg angegeben ist; ich trug ihn dementsprechend verändert in die hier beigefügte Karte ein. Eine genaue Aufnahme aber ist in diesem Falle wie in vielen anderen überhaupt nicht möglich, so lange nicht eine topographische Karte in grösserem Massstabe und mit Höhenkurven zu Gebote steht.

Unter den im Tuffe des Rangenbergle erscheinenden Fremdgesteinen sind besonders hervorzuheben: Keuper, Thon, Schilfsandstein, Bonebedsandstein, Buntsandstein, vor allem aber altkrystalline Massengesteine, besonders Granit. Diese treten hier in so bedeutender Zahl auf, wie das nur noch am Florian No. 101 und dem Höslenbühl No. 118 der Fall ist.

IIIg. Die im Vorlande der Alb zwischen der Echaz und der Wiesaz gelegenen Maar-Tuffgänge.

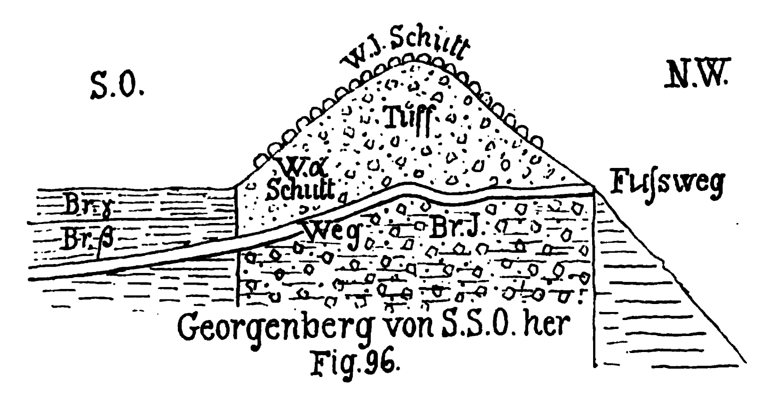
Auch in diesem Abschnitte des Geländes erscheint, wie im vorigen, nur eine kleine Zahl vulkanischer Vorkommen, nämlich nur eine dreifache: Der Georgenberg und der Gaisbühl, beide etwa 2 km südlich von Reutlingen, liegen noch auf Braun-Juragebiet; der Gang am Scheuerlesbache, 4 km westsüdwestlich von Reutlingen auf Lias β- und γ-Gebiet. Mit diesem letzteren Punkte endet die grosse Zahl der Tuffgänge im Vorlande der Alb, welche wir von O. her verfolgt haben. Zwar befindet sich südwestlich von diesen drei Punkten noch

die Weiss-Juraschuttmasse des Kugelberges (No. 30 der „basalttuffartigen Gebilde"); doch ist mir bei diesem die vulkanische Herkunft eine sehr fragliche. Alle hier in Rede stehenden Punkte liegen auf Blatt Tübingen.

121. Der Maar-Tuffgang des Georgenberges, S. von Reutlingen.

Wie ein Riese neben einem Zwerge, so erheben sich im S. von Reutlingen, der Alb vorliegend, nebeneinander zwei vulkanische Punkte: Der Georgenberg mit 601 m und der Gaisbühl mit 425 m Meereshöhe; ersterer also um 176 m höher aufragend, dabei ungemein viel breiter als letzterer, welcher überhaupt nur eine kleine Bodenanschwellung darstellt.

Von N. her betrachtet gewährt der Georgenberg einen stattlichen Anblick, denn sein spitzer Kegel erhebt sich ungefähr 200 m



Georgenberg von S.S.O. her
Fig. 96.

hoch über die Thalfläche der Echaz bei Reutlingen. Wie bei dem Florian No. 101 und anderen Vulkanbergen der Gruppe von Urach, so erweckt auch hier die ausgezeichnete Kegelform die falsche Vorstellung, dass der ganze Berg aus vulkanischem Gesteine bestände. Das ist aber hier wie dort ein Irrtum, denn hier wie an vielen anderen Punkten unseres Gebietes besteht der ganze breite Sockel des Kegels aus sedimentären Schichten, in diesem Falle Braunem Jura α, β, γ; und nur der obere Teil des Berges, seine Kappe, ist durch Tuff gebildet.

Dieser sedimentäre Sockel des Berges ist jedoch durch die Erosion nicht rings herum, nicht an seinem ganzen Umfange herausgearbeitet worden. Nach S. vielmehr hängt dieser jurassische Unterbau mit den dortigen, aus Braun-Jura α, β, γ bestehenden Höhen zusammen, wie Fig. 96 zeigt. Der Georgenberg bildet also nur einen

nach N. vorspringenden, kugelknopfförmigen Sporn dieser Höhen, welcher mit einer spitzen Kappe von Tuff gekrönt ist. Also ganz dieselben Verhältnisse wie beim Florian und anderen. Nähert man sich daher dem Berge von diesen Höhen von S. her, so hat man an Stelle des 200 m hoch aufragenden Kegels nur einen etwa 60 m hohen vor sich.

Besteigt man den Berg von dieser S.-Seite her, so liegen an der nach Pfullingen gerichteten östlichen Flanke desselben hart über dem Braun-Jura γ Kalke und Mergel von Weiss-Jura α. Dies sind jedoch nicht anstehende, sondern zerrüttete dislocierte Schichten; denn diese ganze S.-Flanke ist, wie die östliche auch, bis zum Gipfel hinauf von einer aus Weiss-Juragesteinen verschiedener Stufen bestehenden Schuttdecke überzogen, den Überresten der den Tuffgang umgebenden Alb. Während der Weisse Jura α allein in dieser Gegend eine Mächtigkeit von ungefähr 100 m besitzt, finden sich hier auf der nur 60 m betragenden Erhebung über dem Braun-Jura γ Reste des Weiss-Jura α bis hinauf zum ε[1]. Nur ganz oben am Gipfel tritt hier der Tuff unter dieser Schuttdecke hervor. Mit völliger Sicherheit ist aber wohl anzunehmen, dass er unter dieser auch im Innern des Kegels liegt.

Wenn man an der genannten S.-Seite des Kegels oben auf dem Braun-Jura γ steht, so sieht man sowohl auf der östlichen als auch auf der westlichen Seite des Kegels einen Weg um den Berg herumlaufen. Dieser Weg ist bald breiter, bald schmaler, zwar hebt und senkt er sich abwechselnd, aber ganz ungefähr bleibt er doch in diesem selben Niveau des Braun-Jura γ. Beginnen wir die Wanderung auf diesem Wege an der östlichen Seite[2], so zeigt sich, dass auch die O.-Flanke des Berges dicht mit Weiss-Juraschutt bedeckt ist, wie das in Fig. 96 angedeutet ist. Sowie wir dagegen auf die N.-Seite des Berges umgebogen sind, so zeigt sich bald anstehender Tuff in der Höhe des Weges über Braun-Jura β. Dasselbe Bild aber erhalten wir beim Weiterwandern auf der W.-Flanke, wie Fig. 97 zeigt.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt offenbar im folgenden: An der N.- und W.-Seite ist der Georgenberg tief erodiert, seine Flanke senkt sich über 200 m tief bis auf die unteren Schichten des Braun-Jura α hinab. Es ist daher an dieser Flanke längst die, einst-

---

[1] Ein kleiner Aufschluss im Weinberge an der mehr westwärts gelegenen Seite lässt über dem Braun-Jura γ noch Thone erkennen, welche vielleicht der nächsthöheren Braun-Jura-Stufe angehören könnten; doch ist das ganz unsicher.

[2] Hier kommt er von unten herauf.

mals auch hier vorhanden gewesene, Decke von Weiss-Jura-Schutt durch die tiefe Erosion abgetragen worden, da der Decke die Fussstütze genommen wurde, auf der sie auflag. So wurde hier der Tuff an einer Anzahl von Stellen, mit XX bezeichnet, freigelegt. An den anderen Seiten, namentlich im S. und SO., dagegen ist der Berg noch nicht so tief und steil abfallend herausgearbeitet worden. Braun-Jura γ und β bilden hier noch einen Sockel, auf dem jene Schuttdecke ein Widerlager findet und sich auf solche Weise länger erhalten konnte. So kann man diese Verhältnisse erklären. Möglicherweise aber könnte sich an dieser N.- und W.-Flanke von Anfang an keine Schuttdecke gebildet haben. S. später den Abschnitt „die Beschaffenheit der Tuffe, der Schuttmantel".

Während der Tuff, bezw. wenigstens die ihn verhüllende Schuttdecke, rings um den Berg vom Gipfel aus ungefähr bis auf das



Georgenberg von W. her
x Aufschlußpunkte Fig. 97.

Niveau von Braun-Jura γ und oberen β hinabgeht, so zieht sich der Tuff an der NW.-Seite in Gestalt einer Zunge, Fig. 97, tiefer hinab. Auch hier wieder würde man, wie beim Egelsberg No. 79 und anderen Fällen, daran denken können, dass der auf den Braun-Jura β und γ lediglich aufgelagerte Tuff an dieser Stelle infolge von Erosion von oben nach unten tiefer hinabgespült worden sei.

Ich kann freilich das Unrichtige einer solchen Deutung nicht durch Aufschlüsse erweisen; diese fehlen leider. Nach Analogie mit zahlreichen anderen unserer Tuffvorkommen aber sehe ich in dem Tuffkegel des Georgenberg auch die obere Spitze eines Ganges von rundlichem Querschnitte, welcher im Braun-Jura aufsetzt, also im Innern des Braun-Jura-Berges in die Tiefe niedersetzt, mithin von einem Braun-Jura-Mantel umgürtet wird. An der genannten Stelle, Fig. 97, aber ist dieser Mantel bereits tiefer abgetragen; daher schaut

hier auch der bis zu grösserer Tiefe freigelegte Tuffgang in Gestalt einer sich hinabziehenden Zunge hervor.

Nahe dieser Stelle ist der Tuff abermals an diesem Wege aufgeschlossen. Es zeigt sich hier die bemerkenswerte Erscheinung einer zarten Schichtung des Tuffes. Die letztere ist jedoch anscheinend weniger durch verschiedene Korngrösse als durch abwechselnde Färbung hervorgerufen. Es macht das daher weniger den Eindruck, als sei hier Wasser mit im Spiele gewesen, wie man das z. B. bei den dicken Bänken geschichteten, sehr festen Tuffes annehmen muss, welche hoch oben auf dem Jusiberge No. 55 anstehen. Die Schichtung erzeugt vielmehr eher die Vorstellung, als sei sie lediglich durch das Niederfallen der Aschenmassen entstanden, welche bei dem Ausbruche in die Luft geschleudert wurden. Dieser Eindruck wird noch weiter dadurch verstärkt, dass die Schichten nicht etwa horizontal liegen, wie das bei der sonst ungestörten Lagerung ihrer Unterlage, des Braunen Jura, und bei einem Absatze aus Wasser zweifellos der Fall sein müsste. Sie fallen vielmehr mit etwa NNO.-Richtung, also noch in den Berg hinein. Man kennt derartige Schichtung an subaërischen Tuffen ja als häufige Erscheinung auch bei heutigen Vulkanen; sie zeigt sich übrigens, ebenfalls in den Berg hineinfallend, am Fusse des soeben erwähnten Jusiberges No. 55, und zwar in dem kleinen, verlassenen Bruche, welcher oberhalb Kappishäuser an der W.-Seite des Berges liegt[1].

122. Der Maar-Tuffgang des Gaisbühl, SW. von Reutlingen.

Etwas mehr als 1 km westlich von dem soeben besprochenen Georgenberg No. 121 liegt der dort bereits erwähnte zweite vulkanische Punkt beim Gaisbühlhofe. Hier schaut der Tuff, nicht wie dort, aus Braun-Jura β und γ hervor, sondern nur aus unterem α. Da nun zugleich die Tuffmasse nur eine ganz geringe Erhebung bildet, so ist die Höhe des Gaisbühls um 178 m geringer als diejenige des Georgenberges.

Schaut man nun hinüber zu dem nahen hochaufragenden Georgenberg und dann zurück auf dieses armselige Tuffvorkommen, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, dass man im Georgenberg die Ausbruchsstelle zu suchen habe, von welcher einst der Tuff zum heutigen Gaisbühl hinübergeschleudert worden wäre. Auch möchte man eine Unterstützung solcher Auffassung in der Thatsache

[1] Es ist hier nicht etwa der grosse, weiter nach S. gelegene Bruch gemeint, welcher sich fast bis an den Gipfel hinaufzieht.



finden, dass auf dem Georgenberg viel schwere Weiss-Jura-Blöcke liegen, während hier nur kleine Brocken dieses Gesteines im Tuffe stecken.

Indessen zwei verschiedene Beweise lassen sich anführen, aus welchen hervorgeht, dass der Gaisbühl einen selbständigen Ausbruchspunkt bildet.

Zunächst sind es die Lagerungsverhältnisse, welche dafür sprechen. Der Hügel besteht nämlich keineswegs ganz aus Tuff, sondern umgekehrt wesentlich aus Braun-Jura *α*. Nur derjenige Teil des Berges, welcher an den von W. her auf den Hof führenden Weg stösst, zeigt Tuff. Letzterer zieht sich nur bis an den vor dem Hause liegenden Garten heran, wird auch rechts und links wieder von Braun-Jura-Thon flankiert. Wir haben also einen im Braun-Jura aufsetzenden Tuffgang vor uns, wie das untenstehende Skizze erkennen lässt.

Auf solche Weise steht von dem kleinen Bauernhofe, welcher auf dem Hügel erbaut ist, der Kuhstall auf Tuff, das nahe dabei liegende Wohnhaus auf Braunem Jura [1].

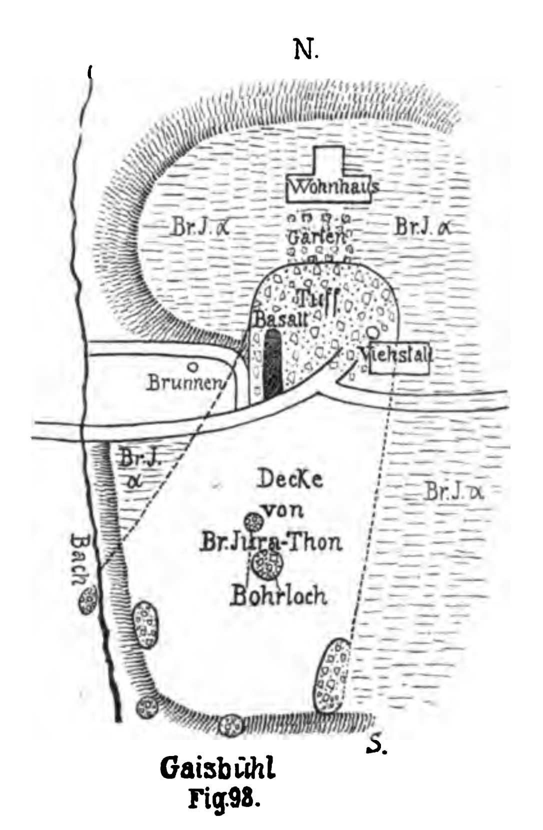
Bereits durch solche Lagerung wird es uns klar, dass der Tuff hier nicht etwa an eine aus Braun-Jura bestehende Bodenerhebung angelagert oder auf dieselbe aufgelagert sei, sondern dass er in einem den Braunen Jura senkrecht durchsetzenden Ausbruchskanal liege. Dadurch, dass hier, hart am Wege, eine Grube im Tuff eröffnet ist, wird das zur vollsten Gewissheit; denn sie zeigt uns, dass der Tuff in die Tiefe hinabsetzt.

Diese Grube giebt aber noch eine weitere Bestätigung dessen, dass dieses kleine, unscheinbare Vorkommen ein selbständiger Ausbruchspunkt ist: In dem Tuffe taucht nämlich, aus der Tiefe heraufkommend, die oberste Spitze eines Basaltganges auf. Man hat versucht, denselben als Strassenmaterial zu gewinnen. Wegen des zu grossen Abraumes ist jedoch der Abbau des Basaltes bald wieder aufgegeben worden. Da nun von den Seiten her der Tuff unablässig in die Grube abbröckelt, so ist bereits jetzt der Basalt fast ganz von demselben verdeckt. Nur noch das zerklüftete und zersetzte Ausgehende des Ganges ragt heraus, so dass vielleicht bald jede sichtbare Spur des Basaltes hier verschwunden sein wird. Mög-

[1] Herr Professor Dr. Krimmel aus Reutlingen erinnerte sich, dass beim Ausschachten des Kellers dieses Hauses Braun-Jura gefördert worden war; und in der That liessen sich bei einer gemeinsamen Exkursion noch jetzt in dem sogen. vorderen Keller die dunklen Thone desselben als anstehend erkennen.

licherweise setzt sich der Gang nach S. in den dortigen Acker hinein fort.

Das Streichen des anscheinend saiger stehenden, etwa 6—7 Fuss mächtigen Ganges ist ungefähr ein südliches; doch dreht sich die Streichungsrichtung ein wenig. In der Tiefe ist der Basalt so fest, dass er geschossen werden musste. Am Ausgehenden aber zeigt er eine unregelmässige plattenförmige Absonderung, welche gleichfalls saiger steht, so dass die Platten dem Salbande parallel verlaufen. Da jedoch eine jede Platte wiederum von zahlreichen Quersprüngen durchsetzt wird, so ist das Gestein hier völlig zerklüftet und zerfällt in kleine Stücke. Irgendwelche Kontaktwirkung auf den Tuff scheint der Basalt hier oben, am schmalen Ausgehenden des Ganges, nicht ausgeübt zu haben.



Gaisbühl
Fig. 98.

D u r c h L a g e r u n g w i e d u r c h d a s A u f t r e t e n d e s B a s a l t e s i n d i e s e m T u f f v o r k o m m e n i s t a l s o a u c h f ü r l e t z t e r e s d e r B e w e i s g e l i e f e r t, d a s s d e r T u f f a n O r t u n d S t e l l e d u r c h e i n e n A u s b r u c h e n t s t a n d e n i s t; z u e i n e r Z e i t, i n w e l c h e r s i c h h i e r d i e A l b b e f a n d.

Südlich von dieser Tuffgrube dehnt sich, jenseits des Weges, der zum Gehöft gehörende Acker aus. Derselbe ist thoniger Natur, Juraboden. Wie die obige Skizze aber zeigt[1], tritt hier an fünf

[1] Bei derselben ist der Gaisbühl nur schematisch als Berg angegeben, nicht mit genauer Wiedergabe des Geländes.

verschiedenen, peripherisch um dies Gebiet von Braun-Jurathon gelegenen Stellen der Tuff zu Tage. Für die Deutung dieser Erscheinung ist es bemerkenswert, dass diese fünf Stellen sich nicht an beliebigen Orten mitten im thonigen Acker, sondern am äusseren Rande desselben finden; da nämlich, wo die ebene Fläche desselben abfällt zu der kleinen Niederung, von welcher sie umgeben ist.

Eine solche Lagerung erinnert in auffallender Weise an diejenige, welche sich häufig in diluvialen Schichten findet. Auch hier zeigt sich an zahlreichen Orten diluvialer Schotter überlagert von Lehm. In der Mitte der ebenen Flächen ist ersterer vollständig unter der Lehmdecke verborgen. Am Rande derselben aber, da wo sie in die Thäler abfallen, tritt allerorten der Schotter, gewissermassen an der blankgescheuerten Kante, hervor.

Genau so ist es hier. Darum musste ich annehmen, dass der Braun-Jurathon auf dem Acker nicht ein Verwitterungsboden dort anstehenden Juras ist, sondern dass er auf dem in der Tiefe anstehenden Tuffe nur eine Decke von Verwitterungslehm bildet, welche von oben, d. h. den südlich gelegenen Höhen her, abgeschwemmt wurde. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Voraussetzung liess sich leicht durch Bohren bezw. Graben führen. Der betreffende Acker ist von S. nach N. etwa 260 Schritte lang. In der Mitte der Länge wurde an zwei von einander entfernten Stellen gegraben und mit $1^1/_2$ bezw. 2 m Tiefe in beiden Fällen unter der Lehmdecke zweifelloser Tuff gefunden. Mithin dehnt sich der Tuff vom Gehöfte des Gaisbühls an über die ganze Länge dieser Ackerfläche aus. Dementsprechend habe ich auf der hier beigegebenen Karte nur einen einzigen grossen Tuffgang eingezeichnet; die geologische Karte von Württemberg dagegen giebt drei verschiedene Tuffflecke, getrennt durch anstehenden Braun-Jura.

So ergiebt sich nun, dass unser Tuffgang am Gaisbühl, der so armselig erscheint, in Wirklichkeit einen ganz ansehnlichen Durchmesser besitzt, welcher demjenigen des Georgenberges kaum oder wenig nachsteht; denn auch auf das linke Ufer des dortigen Baches greift der Tuff noch hinüber, wie ein Aufschluss an der Böschung des Grabens erkennen lässt. Fig. 98 deutet auf solche Weise den Umfang des Ganges an, macht aber durchaus nicht den Anspruch, denselben richtig wiederzugeben. Es ist eine flüchtig im Felde gemachte Skizze, die Verhältnisse sind daher ungenau.

123. Der Maar-Tuffgang am Scheuerlesbach, W. von Reutlingen.

Zwischen Reutlingen und Ohmenhausen, nahe der Schieferölfabrik, liegt am Scheuerlesbach ein sehr mangelhaft aufgeschlossenes Tuffvorkommen. Schon QUENSTEDT thut desselben kurz Erwähnung, indem er sagt, dass durch die von Füchsen aus ihrem Bau heraufgebrachte Erde das Dasein des Tuffes sich verrate. Auf der geognostischen Karte[1] ist dementsprechend auch basaltischer Tuff an dieser Stelle angegeben.

Man stelle sich ein kleines Bachthal vor. Das linke Gehänge niedrig, flach, mit Feldern bedeckt, aus Unterem Lias bestehend; das rechte höher, steil, bewaldet, aus Unterem und Mittlerem Lias bestehend, welcher jedoch auf einer kurzen Strecke mit vulkanischem Tuffe bedeckt ist. Die Feststellung des wirklichen Lagerungsverhältnisses ist mit Schwierigkeiten verknüpft, weil dichter Wald den steilen, aus Tuff bestehenden Abhang des Bachthales verhüllt und weil der Tuff zudem noch durch die von oben herabgespülte Verwitterungserde des Lias verdeckt wird. Es ergiebt sich aber doch das Folgende:

Vulkanischer Tuff findet sich nur auf dem rechten, waldbedeckten Gehänge. Trotz der Bewaldung lässt sich hier aus der Bodengestaltung von vornherein genau ersehen, wie weit sich der Tuff am Gehänge entlang zieht. Letzteres ist nämlich steil abfallend, solange es aus Tuff gebildet ist; es wird jedoch sofort flacher, sowie an Stelle des vulkanischen Gesteines der Lias tritt. Dieses sanft Geneigte des Thalrandes verrät denn auch schon von weitem, dass auf dem linken Ufer nur Lias ansteht.

Da, wo das rechte Thalgehänge frei von Tuff ist (ich meine thalauf- und thalabwärts vom Tuffvorkommen), ist dasselbe in der unteren Hälfte aus Lias β, in der oberen aus Lias γ aufgebaut. Der letztere bildet denn auch oben auf dem Plateau den Acker. Auf einer Erstreckung von etwa 160 Schritt ist nun dieses rechte Gehänge, wenn ich so sagen darf, mit einer dicken Kruste vulkanischen Tuffes belegt, welcher durch seine grössere Härte hier die Steilheit des Abfalles bedingt. Der Tuff beginnt thalaufwärts da, wo ein kleiner Wasserriss, etwa senkrecht zum Scheuerlesbach-Thal hinabziehend, oben an der Grenze von Plateau und bewaldetem Gehänge einsetzt. Auf der einen Seite dieses Wasserrisses steht Lias an, auf der anderen der Tuff. Dieser letztere ist freilich mangelhaft auf-

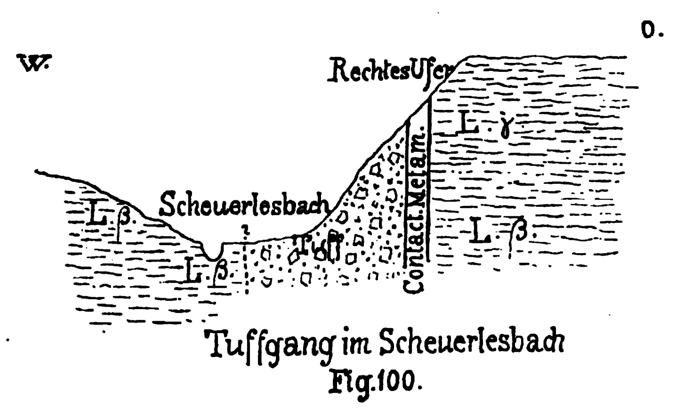
[1] Blatt Tübingen und Begleitworte. S. 15.

geschlossen, verrät sich jedoch teils durch den Boden, teils und vor allem aber auf seiner ganzen Erstreckung durch eine Reihe von Fuchsbauen, welche im Tuffe angelegt sind und denselben zu Tage fördern [1].

Thalaufwärts, d. h. nahe jenem Wasserrisse, zieht sich der Tuff von der Thalsohle an bis oben an den Plateaurand, also an der ganzen Höhe des Thalgehänges hinauf. Er bedeckt und verhüllt hier nicht nur den Lias β, sondern auch noch den am Gehänge



Tuffgang im Scheuerlesbach
Fig. 99.



Tuffgang im Scheuerlesbach
Fig. 100.

darüber folgenden Lias γ. Weiter thalabwärts jedoch erreicht, wie obige Abbildung zeigt, der Tuff, weil oben abgetragen, nicht mehr das Plateau, so dass nun über ihm am Gehänge seine frühere Unter-

[1] Sicher hat nicht allein die grössere Weichheit des Tuffes die Tiere veranlasst, ihre Baue gerade hier und nicht im Lias anzulegen; denn wie der steile Abhang des Tuffes und der flache des Lias beweisen, ist der Tuff im ganzen härter als der Lias, besonders als Lias β. Ich vermute vielmehr, dass ebenso die grössere Trockenheit des an seiner Oberfläche zu Grus zerfallenen Tuffes gegenüber den Lias-Thonen die Ursache dieser Erscheinung ist; wenngleich auch der Tuff an seiner Oberfläche zu einem sandartigen Gesteine verwittert, also das Graben begünstigt.

lage, der Lias γ freigelegt ist. Dieses γ lässt in bemerkenswerter Weise die Einwirkung der vulkanischen Wärme des Tuffes erkennen. Die sonst hellgrauen Mergel sind gehärtet und ganz blauschwarz geworden; die in ihnen vorkommenden Belemniten dagegen sind schneeweiss und zum Teil in krystallinen Kalk verwandelt. Schon QUENSTEDT beobachtete das an dieser Stelle. Wir haben hier also ganz dieselbe Erscheinung im Nebengestein des Tuffes, wie sich dieselbe an den, mitten im Tuffe eingebackenen Kalkstücken von Weiss-Jura bei Scharnhausen No. 124 findet, bei welchen auch der helle Kalk wegen seines Gehaltes an verkohlender organischer Substanz dunkel, die Belemniten aber weiss wurden.

Wie sollen nun diese Lagerungsverhältnisse erklärt werden? In jedem anderen vulkanischen Gebiete würde man entweder meinen, das Thal des Scheuerlesbaches sei einst von einer thalauf- und -abwärts verbreiteten Tuffdecke ausgefüllt gewesen, von welcher dieses Vorkommen den letzten übriggebliebenen Erosionsrest bildete. Oder man würde glauben, dass unsere kleine Tuffmasse, so wie sie ist, einst durch den Bach thalabwärts geführt und an dieser Stelle am Gehänge abgelagert worden sei. Allein ganz abgesehen von den zahlreichen Analogien in unserem Gebiete, welche sämtlich für eine gangförmige Lagerung sprechen, ist doch die oben erwähnte Kontaktmetamorphose an der Liaswand ein zweifelloser Beweis für die Gangnatur. Kalter Tuff kann eine solche nicht hervorgebracht haben. Folglich muss er aus dieser Spalte bezw. Röhre ausgeworfen worden sein und noch heiss in derselben sich abgesetzt haben. Der Querschnitt dieses Ganges ist ein ovaler. Die Längsausdehnung von SW. nach NO., parallel dem Bache, beträgt 160 Schritt, mehrmals so viel als die Breite. Jetzt ist letztere sehr gering, dieselbe mag aber durch die Thalbildung verringert worden sein. Vielleicht hat sich der Tuff bis an den Scheuerlesbach hin ausgedehnt, steht also in der Thalsohle unter der Wiese noch an. Aber selbst dann ist die Länge wesentlich grösser als die Breite.

Sind nun aber die Gangnatur dieser Tuffmasse und ihre Entstehung an Ort und Stelle durch einen Ausbruch dargethan, so ist damit auch erwiesen, dass zur Zeit des letzteren einst hier die Alb sich erhob, und dass diese seitdem bis auf den Lias β und γ abgetragen wurde. Zeuge dessen sind die zahlreichen eckigen Stücke von Weiss-Jurakalk, welche neben anderen Gesteinsbrocken auch in diesem Tuffe liegen.

W i r h a b e n a l s o i n d e m T u f f v o r k o m m e n a m S c h e u e r-

lesbach einen in die Tiefe niedersetzenden Gang von Basalttuff vor uns, welcher an Ort und Stelle gebildet wurde, zu einer Zeit, in welcher sich hier noch die Alb ausdehnte.

III h. Der einzige auf dem linken Neckarufer gelegene Maar-Tuffgang.

124. Der Maar-Tuffgang bei Scharnhausen, SO. von Stuttgart.

Die geologische Karte von Württemberg verzeichnet vulkanische Massen nur auf dem rechten Ufer des Neckars. Das Auffinden einer solchen auf dem linken Ufer des Flusses, zudem in weit nach N. vorgeschobener Stellung, und der Nachweis der Gangnatur dieses Tuffes müssen daher von ganz besonderem Interesse sein. Zeigt dieser Gang uns doch, dass zur Zeit seiner Entstehung die Alb noch weit auf das linke Ufer des heutigen Neckarflusses hinübergegriffen, dass sie sich mindestens bis in Gegenden erstreckt hatte, welche der heutigen Landeshauptstadt benachbart waren. Das Auffinden dieser so bemerkenswerten Tuffmasse verdanken wir dem vor Jahren in Tübingen studierenden Sohne des ehemaligen Pfarrers Wunderlich in Waldenbuch, sowie dem früheren Assistenten an der geologischen Sammlung der landwirtschaftlichen Hochschule zu Hohenheim, Dr. Baur. Als Deffner seinerzeit Blatt Kirchheim u. T. kartierte, in dessen nordwestlichster Ecke dieser neue Punkt abseits von allen andern gelegen ist, war derselbe jedenfalls noch nicht aufgeschlossen: andernfalls würde ihn Deffner natürlich gefunden haben.

Die Stelle befindet sich 9 km südöstlich von Stuttgart, dicht bei dem königlichen Gestüt Scharnhausen. Wir befinden uns hier weit vom Fusse der Alb entfernt; Brauner Jura, Oberer und Mittlerer Lias, wir haben sie südwärts der Alb zu hinter uns gelassen. Nur noch Lias α deckt das Gelände. Flüsse und Bäche schneiden daher bereits in den Oberen Keuper ein. Das ist auch der Fall bei dem Kerschbach[1], welcher in ungefähr westöstlicher Richtung dem Neckar zufliesst, in den er südlich von Esslingen mündet. An dem Bache liegt das Dorf Scharnhausen und am linken Thalgehänge unser Aufschluss; in der Spitze des rechten Winkels, welchen die westwärts nach Hohenheim und die nordwärts nach Ruith laufende Strasse miteinander bilden. Auf der hinten beigegebenen Karte ist dieser Punkt leicht zu übersehen. Derselbe liegt ziemlich in der Ecke links oben.

[1] Andere sagen Körsch.

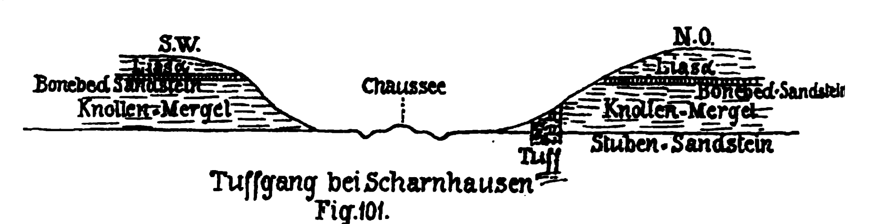
Wie in der Sulzhalde No. 117, auf den Hengstäckern No. 112, bei dem Gaisbühl No. 122 und in anderen Fällen der herabgeschwemmte Schotter oder Braun-Jurathon den Tuff verhüllen und dem Blicke entziehen, so auch breitet hier der von oben herabgeschwemmte Verwitterungsboden des Lias α einen Schleier über das fragliche Thalgehänge. Da wo dieser durchsichtig genug ist, kann man bemerken, dass roter Keuperthon durchschimmert. Ungefähr $1^1/_2$ km thalaufwärts nahe der Mühle ist der Stubensandstein dieser Formation gebrochen und zum Bau des Stalles verwendet worden. Er muss mithin auch bei Scharnhausen in der Thalsohle, und zwar im untersten Niveau des Thalgehänges, liegen, wenn er auch dort verhüllt ist. Jedenfalls besteht das Gehänge wesentlich aus den über diesem Sandstein liegenden violetten Knollenmergeln Auch der Bonebed-Sandstein ist über diesem noch entwickelt. Das lehrt ein kleiner Aufschluss in dem königlichen Parke, gerade östlich von der Tuffstelle. Dort haben wir allerdings den wenig mächtigen Bonebed-Sandstein mit schwachen Spuren eines Bonebeds. Hart darüber den Liaskalk mit *Ammonites* (*Psiloceras*) *planorbis*. Es besteht also sowohl thalaufwärts als auch thalabwärts von unserem Tuffe das Gehänge des Kerschthales aus Oberem Keuper.

An dem Gehänge aber liegt der Tuff. Ich gebe das Profil darum so genau, um zu beweisen, dass der in Rede stehende Tuffpunkt — der einzige von allen, welcher bereits aus dem Oberen Keuper zu Tage tritt — auch wirklich im Keuper liegt; denn in der allernächsten Umgebung des Tuffes wird das durch den herabgeschwemmten Liasthon verschleiert.

An diesem Gehänge ist eine kleine Grube eröffnet, deren Boden sich ungefähr 3 m über der Sohle des Kerschthales befindet. Dieser Boden liegt mithin hart über dem Niveau des Stubensandsteins im untersten Horizont der Knollenmergel, welche links und rechts in gewisser Entfernung von der Grube anstehen. Die Grube schliesst vulkanischen Tuff auf. Derselbe besitzt ganz die Breccienstruktur unserer anderen mehr südwärts gelegenen Tuffe und gleicht ihnen in jeder Hinsicht vollständig. Bezüglich der in ihm auftretenden Fremdgesteine ist hervorzuheben, dass altkrystalline Gesteine bis jetzt nicht gefunden wurden. Dagegen Stubensandstein, bunte Keupermergel, Lias ε, Braun-Jura α—ζ, Weiss-Jura α und β. Dass γ unter den von mir gesammelten Stücken auch noch vertreten sein könnte, ist zwar nach den palaeontologischen Erfunden in den fraglichen Kalkstücken nicht unmöglich. Petrographisch

aber sind diese letzteren so hart und splitterig, während γ der Regel nach thonig ist, dass es sich sicher wohl um β-Kalke an der Grenze von β zu γ handelt. Höhere Weiss-Jurastufen dagegen liessen sich nicht finden[1]. Ein Teil der Weiss-Jurakalke ist dunkel rauchgrau gebrannt, Belemniten dagegen schneeweiss. Der Tuff ist ungeschichtet; an einer Stelle macht sich Neigung zu kugelförmiger Absonderung bemerkbar.

Der Aufschluss hat nur eine geringe WO.-Breite am Thalgehänge. Es lässt sich jedoch nicht angeben, ob und wie weit der Tuff sich noch westwärts am Gehänge entlang zieht; ostwärts ist das jedenfalls nicht der Fall, denn in seiner Verlängerung schimmert dort der rote Keuperboden hervor. Auch wie tief in den Abhang hinein das vulkanische Gestein sich zieht, ist nicht genau festzu-



Tuffgang bei Scharnhausen
Fig. 101.

stellen, da oben darüber der verhüllende abgeschwemmte Liasthon sich findet.

Irgendwie bedeutend wird aber weder ersterer noch besonders letzterer Durchmesser sein. Wir finden also nur ein höchst armseliges Fleckchen Tuff, angeklebt an das Thalgehänge.

Gerade hier ist die Frage nach der Herkunft und der Lagerung dieses vulkanischen Gesteines wichtiger, als bei unseren anderen Tuffpunkten; denn die Schlüsse, welche wir hinsichtlich der früheren Ausdehnung der Alb, sowie in anderer Beziehung aus den Tuffen ziehen, erreichen in diesem nördlichsten Vorposten der letzteren ihren Gipfelpunkt. Liegt hier bei Scharnhausen in diesem kleinen Tuffflecke ein Gang, oder nur eine von anderer Stelle her angeschwemmte Masse vor?

Ich habe in obenangeführter Arbeit die Frage nach der gangförmigen Lagerung bejaht, und darauf eine Reihe von Schlüssen ge-

[1] Über die palaeontologische Begründung dieser Angaben vergl. S. 31—44 meiner Arbeit: Ein neuer Tertiär-Vulkan nahe bei Stuttgart. Tübingen 1892. Universitätsprogramm.

gründet. Aber manche haben die Gangnatur bezweifelt, weil derartige Tuffgänge überhaupt so seltene Erscheinungen sind. Nur Bohren vermochte daher den sicheren Entscheid zu bringen. War der Tuff nur angelagert an das Gehänge, so musste ein auf dem Boden der Grube angesetztes Bohrloch sehr bald unter dem vulkanischen Gesteine den Keuper fassen. Der Boden der Grube liegt etwa 3 m über der Thalsohle. Das Bohrloch wurde 7 m tief hinabgebracht. Es stand mit seinem Tiefsten daher 4 m unter der Thalsohle, mitten im Niveau des Stubensandsteins. Sowohl der rote Keuperthon als auch der weisse quarzige Stubensandstein sind petrographisch so kennzeichnend, dass man sie selbst bei geschlossenen Augen von unserer vulkanischen Tuffbreccie lediglich durch das Gefühl der Hand unterscheiden könnte. Es ist mithin jeglicher Irrtum ausgeschlossen, wenn ich sage, dass das Bohrloch in jeder der von ihm durchsunkenen Tiefen nie roten Thon, nie Quarzsand, sondern stets nur vulkanischen Tuff und kleine Weiss-Jurastücke zu Tage förderte. Allein schon diese Weiss-Jurabrocken, aus dem Niveau des Stubensandsteins in allen Stadien des 7 m tiefen Bohrloches heraufgeholt, müssen jeden Zweifel bannen.

Die Lagerung unseres Vorkommens ist mithin ganz dieselbe, wie wir sie am Scheuerlesbache No. 123, am Authmuthbache nordwestlich von Kohlberg No. 100, in der Sulzhalde No. 117, am Kraftrain No. 76 u. a. O. kennen lernten: Ein Bachthal. An das eine Gehänge desselben auf kurze Erstreckung hin angeklebt eine kleine Tuffmasse. Jeder noch unvorbereitet unser Gebiet betretende Geolog wird sie für angelagert, angeschwemmt halten; und doch ist sie ein in die Tiefe setzender Gang. Die Wandung des betreffenden Ausbruchskanales ist an einer Seite durch die Thalbildung abgeschält, so dass hier der Tuff freigelegt wurde. An der anderen Seite, am Thalgehänge, steht diese Wandung noch, und hinter ihr der ganze Körper des von dem Kanale durchbohrten Gesteins. Der Beweis aber, dass wirklich ein Gang vorliegt, er wird erbracht: Im Scheuerlesbache durch die Kontaktmetamorphose, welche der Tuff an der stehengebliebenen Wandung des Kanals ausübte. Am Authmuthbache wie am Kraftrain durch Basaltgänge, welche in der Tuffmasse aufsetzen. In der Sulzhalde und am Kerschbach bei Scharnhausen endlich durch Bohrung.

Aus Obigem ergiebt sich mithin mit völligster Sicherheit das Folgende: B e i S c h a r n h a u s e n l i e g t e i n T u f f g a n g v o n g e r i n g e m D u r c h m e s s e r v o r, w e l c h e r i m O b e r e n K e u p e r

aufsetzt. Derselbe ist durch einen an Ort und Stelle stattgefundenen Ausbruch entstanden. Dieser letztere ereignete sich zu einer Zeit, in welcher sich die Alb noch mindestens bis in diese, Stuttgart benachbarten Gegenden erstreckte. Die Stufen α und β waren auf diesem damaligen Albteile sicher vorhanden; von höheren dagegen liess sich keine Spur nachweisen. Es ist also seit mittelmiocäner Zeit an dieser Stelle eine Schichtendecke von ungefähr 500 m Mächtigkeit abgetragen worden[1] und mit ihr wurde eine annähernd ähnliche jedoch geringere Höhe dieses Tuffganges abrasiert[2]. Oben auf der Hochfläche der damaligen Alb mündete dieser Gang auf dem Boden eines Maarkessels. Das letztere können wir wohl nach Analogie mit unseren anderen Maaren annehmen.

Basalttuffartige Gebilde.

Wir sehen, dass unsere Tuffe sehr häufig von einem aus Weiss-Juraschutt bestehenden Mantel umgeben sind[3]. Bisweilen freilich ist derselbe bereits ganz durch die Erosion entfernt, so dass der Tuff nun ringsum freigelegt ist. Bisweilen aber ist der Mantel nur erst an drei, an zwei Seiten, oder gar erst an einer Seite des Tuffganges fortgeführt. Wir haben aber auch Fälle, in welchen der noch fast ganz erhaltene Mantel nur einige kleine Löcher oder fadenscheinige Stellen besitzt, aus welchen der Tuff herausschaut, bezw. hindurchschimmert.

Noch ein Schritt weiter und der Mantel verhüllt den Tuff völlig. Kein Mensch vermag dann mit Sicherheit zu sagen, ob unter dem Weiss-Juraschutt wirklich Tuff vorhanden ist oder nicht; denn eine solche Schuttmasse könnte ja auch durch einen Bergsturz ent-

---

[1] Knollenmergel und Bonebed-Sandstein etwa 20 m; Lias 70 m; Brauner Jura 280 m; Weisser Jura α und β 130 m. s. S. 543 Anm.

[2] Die Höhe der Tuffsäule muss geringer gewesen sein, als die Höhe dieser Schichten, da in die obersten derselben der Maarkessel eingesprengt war und der Tuffgang nicht diesen, sondern nur den in die Tiefe führenden Ausbruchskanal erfüllte.

[3] s. später Teil II unter „Die Beschaffenheit der Tuffe. Der Schuttmantel".

standen sein. Die beiden dicht nebeneinander liegenden kegelförmigen Weiss-Juraschuttmassen des Engelberg No. 94 und Altenberg No. 93 stellen diese beiden letztgenannten Stadien dar. Am Altenberg schimmert bereits an einer Stelle der Tuff durch die Schuttdecke hindurch. Am Engelberg ist noch nichts vom Tuff zu sehen und doch ist er zweifellos gleichfalls vulkanisch, birgt also in seinem Innern Tuff. Auf der geologischen Karte von Württemberg sind nun solche Schuttmassen, welche verdächtig sind, in ihrem Innern vulkanischen Tuff zu bergen, welche also mit vulkanischen Ereignissen in Verbindung stehen, als „Basalttuffartige Gebilde“ bezeichnet worden. Es giebt in unserem Gebiete nahezu 30 solcher Punkte. Ich werde dieselben hier der Reihe nach betrachten.

Bei einem Teile ist es wohl völlig sicher, dass sie in gar keiner Beziehung zu vulkanischen Tuffen oder Ereignissen stehen, so dass wir dieselben streichen können; ich habe sie daher in die hier beigegebene Karte nicht eingezeichnet.

Ein zweiter Teil dieser Schuttmassen steht umgekehrt so zweifellos mit Tuff in Verbindung, dass ich dieselben in die hier beigegebene Karte direkt als Tuff eingezeichnet habe; sie führen daher die laufende Nummer, welche ihnen je nach ihrer Lage zukommt. Es sind das No. 56, 69, 70, 85, 92, 99, 105, 109, 110, 111, 112, 114, 119.

Auf solche Weise bleibt nur noch ein dritter und kleinster Teil, nämlich 5, dieser Schuttmassen übrig, welche sehr stark verdächtig sind, einen Tuffgang zu verhüllen, ohne dass sich jedoch das vulkanische Gestein direkt beobachten lässt. Ich habe denselben die 5 fortlaufenden Nummern 129—133 gegeben, so dass sie in solcher Weise sich hinter den letzten der Basaltgänge, No. 128, anreihen.

Wie aus obiger Darlegung hervorgeht, betrachte ich den zweiten und dritten Teil dieser Schuttmassen, also diejenigen, welche sicher oder höchst wahrscheinlich Tuff in sich bergen, als hervorgerufen durch eine besonders starke Entwickelung des Schuttmantels, bezw. dadurch, dass der letztere überhaupt noch an gar keiner Stelle des fraglichen Hügels abgetragen ist, mithin den Tuff noch überall verhüllt. Da nun, wie wir sehen werden[1], der Schuttmantel nichts anderes ist als der Erosionsüberrest desjenigen Albteiles, welcher

[1] s. „Die Entstehung des Schuttmantels“ in Teil II.

einst zunächst den Tuffgang umgab[1], so halte ich auch die hier in Rede stehenden Schuttmassen nur für solche Erosionsreste der Alb in jenem Sinne, nicht aber für zerschmettertes Gestein.

Was ich damit sagen will, wird sofort durch den Vergleich klar werden. In der Eifel haben wir ganz ähnliche Tuffbreccien wie in unserem Gebiete. Dort häufen sich nun bisweilen in den vulkanischen Tuffen die Bruchstücke des Sedimentärgebirges so an, dass „leicht eine Täuschung eintreten und der Tuff verkannt werden“ kann, so dass man also von letzteren nichts bemerkt[2]. Ähnlich so kann auch in unserem Gebiete der Tuff bald weniger, bald mehr, bald sehr viel zerschmettertes Sedimentgestein enthalten. Aber diese Verhältnisse habe ich hier nicht im Auge.

Die Schuttmassen, von welchen hier die Rede ist, sind vielmehr nicht auf solche Weise entstanden, sondern es sind Erosionsreste der Alb.

Auf solche Weise bleibt unter den hier zu prüfenden Schuttmassen noch der oben erwähnte erste Teil, welcher sicher zu keinem Tuffgange in irgendwelcher Beziehung steht. Trotzdem aber sind auch diese Schuttmassen ganz wie jene nichts anderes als Reste der Alb. Die Entstehungsweise solcher tuffloser Schutthaufen kann eine doppelte sein.

Einmal können Weiss-Juraschuttmassen am Fusse der Alb jederzeit bei der Abtragung derselben (S. 524) entstehen. Letztere vollzieht sich ja nur dadurch, dass dem Weiss-Jura seine thonige Unterlage entzogen wird, so dass das harte Weiss-Juragestein in die Tiefe stürzt.

Zweitens aber ist es auch an sich möglich, dass durch Erdbeben so mächtige Bergstürze hervorgerufen sein könnten. Bei dem Erdbeben in Phokis, am 4.—7. August 1870, brachen nahe der kastalischen Quelle bei Delphi aus der glatten Felswand der Phädriaden riesige Felsprismen von 3—400 Fuss Höhe und 60—80 Fuss Dicke heraus und schlugen auf das Feld am Fusse der Felswand nieder[3]. Allerorten lösten sich von den Höhen des Parnassus, des Koraxum, der Kirphis riesige Felsmassen los, welche in Strömen und

[1] Er ist also nicht etwa beim Ausbruche durchbrochenes, emporgeworfenes und zerschmettertes Gestein.

[2] H. v. Dechen, Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vorder-Eifel. Bonn 1861. S. 252—253; 30 etc.

[3] Jul. Schmidt, Studien über Erdbeben. 2. Ausgabe. Leipzig 1879. S. 124, 128.

Schutthalden auf die vorliegende Ebene oder in die See hinabfuhren. Auch das in derselben Provinz 9 Jahre früher erfolgte Beben von Aigion, am 26. Dezember 1861, war durch grosse Felsstürze ausgezeichnet, welche sich über ein Gebiet von 7 geographischen Meilen Durchmesser erstreckten[1]. Ebenso führt DEECKE[2] an, wie beim südspanischen Beben im Dezember 1885 die Kalksteintrümmer von Guaro geradezu lawinenartig niedergingen. Ganz gleiche derartige Vorkommnisse müssen sich natürlich bei der Alb ereignen können, sowie deren Steilabfall durch ein stärkeres Erdbeben erschüttert werden würde.

Ist das nun der Fall, dann ist es sehr wohl denkbar, dass auch in früherer Zeit durch Erderschütterungen solche Abstürze an der schwäbischen Alb erfolgt sein könnten. Trotzdem aber scheint es mir nicht, dass das in unserem vulkanischen Gebiet von Urach der Fall gewesen wäre. Mindestens ist das, was wir hier von solchen tufflosen Schuttmassen haben, wohl nur das Ergebnis von Bergstürzen, welche bei der Abtragung der Alb sich vollzogen.

Es frägt sich nun, auf Grund welcher Merkmale wir unterscheiden können, ob in unserem Gebiete irgend eine Weiss-Juraschuttmasse höchst wahrscheinlich nicht mit Tuff in Beziehung steht oder ob das doch der Fall ist.

Im allgemeinen wird man bereits in der Form dieser Schuttmassen einen Anhaltspunkt besitzen. Wenn man das Gebiet irgend eines Bergsturzes betrachtet, so bildet dasselbe eine unregelmässige, eine, wenn ich von Steinen so sprechen darf, ausgegossene Masse. Sie ist am Bergabhange hinabgerutscht und dann, wie das Gelände es gestattete, in die Breite auseinandergefahren; oder sie ist mehr auf einem Haufen liegen geblieben; oder endlich, sie ist von senkrecht aufsteigenden Felsen, ohne abzurutschen, direkt in die Tiefe hinabgestürzt und zerschmettert.

Im letzteren Falle kann nun freilich ebenfalls eine Kegelgestalt des Haufens, wie bei unseren tuffhaltigen Schuttmassen, entstehen. Wenn auch nicht sofort beim Sturze, so doch mit Hilfe der Erosion. Ebenso entstehen ja auch Kegel durch die Erosion bei rein sedimentären Bergen; so die Achalm bei Reutlingen, besonders aber der Kugelberg bei Bronnweiler. Immerhin aber wird eine richtige Kegel-

[1] Ebenda. S. 82.

[2] Zur Geologie von Unteritalien. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1891. Bd. II. S. 324.

gestalt, in unserem Gebiete wenigstens, den Verdacht wachrufen, dass ein vulkanisches Gebilde vorliegen könne.

Unsere Entscheidung wird daher noch durch weitere Umstände gestützt werden müssen. Südlich von Beuren liegt z. B. solch ein verdächtiger kegelförmiger Schuttberg, welcher bis jetzt aber nicht die geringste Spur von Tuff geliefert hat. Trotzdem verraten einige gerötete Kalkstücke und ein gefundenes Stückchen Granit, dass unter dem Kalkschutt Tuff begraben liegt.

In anderen Fällen fehlen aber auch diese Anzeichen. Dann kann man nur entweder durch Bohren zum Ziele gelangen und dieses ermöglichte denn auch in einigen Fällen eine Entscheidung zu gunsten vulkanischer Herkunft. Oder durch natürliche Aufschlüsse, in welchen der Tuff direkt angeschnitten wird. Auch solche liessen sich finden, waren übrigens z. T. schon früher bekannt.

Auf solche Weise liess sich unter den etwa 30 basalttuffartigen Bildungen, welche die geologische Karte von Württemberg verzeichnet, 13—14 als zweifellos mit Tuff vergesellschaftet, also als Tuffgänge erkennen. Fünf weitere habe ich als basalttuffartige Massen eingezeichnet, da sie Tuff zu bergen scheinen. Die übrigen dagegen habe ich in der hier beigegebenen Karte nicht eingezeichnet, weil ich dieselben für einfache, zu Thale gegangene Schuttmassen halten möchte.

Ich wende dieselbe geographische Einteilung für diese Schuttmassen an, welche ich für die Tuffe gewählt habe.

I. Schuttmassen am Steilabfall der Randecker Halbinsel.

1. Der Burris oder Heiligenberg im Lenninger Thale.

Wenn man, im Lenninger Thale aufwärts wandernd, sich dem Ende, richtiger also dem Anfange desselben nähert, so erhebt sich hart vor Gutenberg am nördlichen Thalrande der aus Weiss-Jura α bis δ aufgebaute Krebsstein. Deffner hat auf Blatt Kirchheim u. T. der geologischen Karte von Württemberg am S.-Rande des Krebssteines einen ziemlich grossen runden basalttuffähnlichen Punkt eingezeichnet, und zwar im Weiss-Jura β. Die auf der Karte gemeinte Örtlichkeit ist gar nicht zu verkennen, da die hier von S. nach N. laufende Chaussee gerade auf dieselbe hinweist. Es handelt sich um den dortigen rundlichen Berg, welcher in das Thal hinein aus dem Gehänge hervorspringt.

Der sehr steile Abfall des Berges ist mit Feldern, weiter oben mit Wald bedeckt. In den Feldern steht Weiss-Jura β an; darüber liegt, aber abgestürzt von oben, in Blöcken auch δ.

Trotz dreimaligen Besuches dieser Örtlichkeit, des Absuchens ihrer Umgebung und Aufsteigens bis hinauf zur Hochebene war jedoch nicht die mindeste Spur von Tuff zu finden. Auch DEFFNER sagt, wenigstens an einer Stelle [1], nur der Berg verspreche innerlich einen Tuffkern. Er hat also selbst kein vulkanisches Gestein gefunden. Da nun zudem am Abhange des Berges anstehender Weiss-Jura β auftritt, ein eigentlicher Schuttkegel, welcher des Vulkanismus verdächtig wäre, aber trotz abgestürzter δ-Blöcke fehlt, so habe ich dieses angebliche Tuffvorkommen in der hier beigegebenen Karte gestrichen.

Dieser selbe Berg wird freilich von DEFFNER [2] an anderer Stelle nochmals erwähnt. Hier nimmt DEFFNER, was aber natürlich unzulässig ist, an, dass Tuff sicher vorhanden sei und benutzt denselben als Glied einer Beweiskette, welche übrigens auch ohne dieses Glied richtig ist. Der von DEFFNER verwendete Name ist „Kugelbergle“. In Gutenberg hörte ich nur die Namen „Heiligenberg“, auch „Burris“ für denselben.

2. No. 85. Das Vorkommen am O.-Fusse des Teck-Spornes.

Die geologische Karte von Württemberg zeichnet hier basalttuffähnliche Bildung ein; es ist jedoch Tuff vorhanden.

3. Die Schuttmasse auf dem Teck-Sporn.

Unter No. 34 ist der Tuff bei der Teck-Burg beschrieben worden. Die geologische Karte von Württemberg zeichnet als nördliche Fortsetzung dieses Vorkommens eine lange, S.—N. streichende basalttuffähnliche Masse ein. Ich habe dieselbe fortgelassen, weil die dortigen Schuttmassen sehr wohl tufflose Erosionsreste höherer Weiss-Jura-Schichten sein könnten, ebenso wie ja noch heute auch südlich des Tuffes, auf der die Burgstelle tragenden Höhe, jüngere Weiss-Jura-Massen anstehen.

II. Schuttmassen im Vorlande der Alb zwischen Lauter und Tiefenbach.

4. Das Vorkommen von Weiss-Jurablöcken am Bette der Lauter.

Nördlich von Owen tritt die, von S. nach N. fliessende Kirchheimer Lauter nahe an die durch Unteren Braun-Jura gebildeten

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 34.

[2] Ebenda. S. 40.

Höhen heran. Letztere steigen daher an seiner Linken steil auf, während sich zu seiner Rechten die mit Schotter erfüllte Thalebene ausdehnt. Ungefähr 1 km nördlich des Städtchens, da wo der Bach zuerst sich den Höhen genähert hat, wird letzterer von einem kleinen Wehr durchsetzt. Dicht dabei liegen auf dem linken Ufer einige grosse scharfeckige Blöcke des Weiss-Jura δ.

Wie dieselben hierhergekommen sind, ist schwer zu sagen. Durch Wasser scheinen sie nicht verfrachtet zu sein, wenigstens zeigen sie keinerlei Einwirkung desselben. Deffner berichtet, dass dieselben schöne Schliffflächen besässen[1]; ich vermag jedoch nichts Derartiges zu erkennen, Gletscher waren auch gar nicht vorhanden. Tuff steht im Bachbette nicht an; auch Deffner meint, dass diese Blöcke kaum mit Tuff zusammenhingen. Sind diese Blöcke etwa durch Menschenhand an diese Stelle gebracht, an welcher sich in früheren Zeiten ein vielleicht grösseres Wehr und eine Mühle befanden? Es macht mir nämlich den Eindruck, als wenn die Steine sich nicht in natürlicher Lage befänden, sondern zu einem Bau künstlich aneinander gerückt wären.

Auf der geologischen Karte von Württemberg sind diese Blöcke mit basalttuffartiger Farbe eingezeichnet. Da mir das unzulässig erschien, so habe ich dieselben auf beiliegender Karte fortgelassen.

Auffallenderweise behauptet Quenstedt[2], im Bette der Lauter stehe der Tuff an. Das ist, wie oben gezeigt, ein Irrtum. Veranlasst wurde derselbe vermutlich durch die geognostische Karte, auf welcher Deffner die Jura-Blöcke mit jener Farbe für basalttuffartige Massen eingezeichnet hat, welche der für echte Basalttuffe gewählten überaus ähnlich ist. Beide sind blau; der echte Tuff hat quere goldene Streifen, die sich leicht verwischen, so dass dann auf einer etwas gebrauchten Karte der Tuff gar nicht von den „basalttuffartigen“ Gebilden sich unterscheidet.

5. No. 92. Der Kräuterbühl, SO. von Nürtingen.

Derselbe wird auf der geologischen Karte von Württemberg als basalttuffartige Bildung eingezeichnet. In den Begleitworten[3] kennt aber Deffner den Tuff von dieser Örtlichkeit. Dieselbe ist als Tuffgang von mir eingezeichnet und unter No. 92 besprochen worden.

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 34.

[2] Geologische Ausflüge in Schwaben. 2. Aufl. S. 86.

[3] S. 34. No. 36.

III. Schuttmassen zwischen Tiefenbach und Steinach.

6. Das Vorkommen nördlich von Beuren.

In die geologische Karte von Württemberg sind nördlich von Beuren ausser den zwei vulkanischen Punkten am Engelberg und Altenberg noch zwei weitere eingezeichnet. Der südlichere, grössere derselben liegt auf oberem Braun-Jura; der nördlichere, kleinere auf γ. Zu beiden gelangt man auf dem Güterwege, welcher von Beuren aus in das Tiefenbachthal nördlich verläuft. Beide Punkte sind flache Hügel mit breiter Gipfelfläche.

Deffner giebt dem südlicheren Basalttuff-Farbe, dem nördlicheren diejenige basalttuffartiger Bildung. In den Begleitworten zu Blatt Kirchheim[1] hebt er dagegen diesen Unterschied nicht hervor. Er sagt nur, indem er von Schuttmassen spricht, welche wohl im Inneren Tuff bergen mögen, dahin gehörten „auch die beiden Punkte nördlich von Beuren“.

In Wirklichkeit liegt die Sache abermals anders; ich glaube daher, dass hier eine Verwechselung vorliegen muss: Gerade umgekehrt der nördliche, kleinere, zeigt zweifellosen Tuff; ich habe ihn unter No. 95 beschrieben. Der grössere, südliche dagegen zeigt keinen. Ich musste also umgekehrt einzeichnen wie Deffner, habe aber letzteren Punkt überhaupt ganz fortgelassen, da ich nichts des Tuffes Verdächtiges finden konnte. Auf einem Teile der Gipfelfläche sind Weinberg und Baumschule angelegt. Das etwa 1 m tiefe Umgraben hat hierbei nur Jurathon zu Tage gefördert, so dass mir vorderhand keine Berechtigung zum Eintragen des Punktes vorzuliegen schien. Indessen könnte ja an anderer Stelle Tuff unter Jurathonboden versteckt sein wie beim Gaisbühl No. 122, Florian No. 101, Häldele No. 98. Einige Weiss-Jura-Stücke finden sich und das ist immer bemerkenswert.

7. Der Schuttkegel, SO. von Beuren, No. 129.

Kaum einen halben Kilometer von Beuren entfernt erhebt sich am Fusse der Alb aus dem Niveau des Oberen Braun-Jura ein kreisrunder Schuttkegel, welcher nur aus eckigen Stücken und Blöcken des Weissen Jura besteht. Es zeigen sich alle Stufen bis einschliesslich ε. Oben auf der nächst benachbarten Alb steht jetzt nur noch δ an; erst etwas weiter südlich erscheinen dort ε und ζ. Ein Steinbruch ist an der S.-Seite eröffnet.

[1] S. 34 unter „Schuttbreccien“.

Wir haben hier also eine zerschmetterte Weiss-Jura-Masse ohne jede Spur von Tuff. Man könnte dieselbe für den Rest eines Bergsturzes halten, wenn nicht zahlreiche Stücke rot gefärbt wären; doch fehlen bemerkenswerterweise ganz intensiv rote. Ein grosser Fetzen gelben Thones, wie Bohnerzthon aussehend, aber ohne Bohnerzkörner, steckte an einer Stelle im Kalke. Das beweist gar nichts, denn Bohnerzthon erfüllt Spalten im Weiss-Jura. Deffner aber erwähnt ein Stückchen Granit, welches dort gefunden wurde. Dies im Vereine mit der roten Färbung und jenem Thonfetzen spricht dafür, dass in der Tiefe doch Tuff anstehen mag. Ich zeichne daher diesen Punkt als basalttuffartige Masse ein.

IV. Schuttmassen zwischen Steinach und Erms.

8. Das Vorkommen SO. von Neuffen.

Im SO. von Beuren liegt inmitten des dort sich ausdehnenden weiten Thales eine flache, langgestreckte Erhebung. Dieselbe liegt zum grossen Teil als Gras- und Baumgarten. Aufschlüsse fehlen. Die dortigen Weiss-Jura-Stücke beweisen nichts für den Vulkanismus, da so nahe am Albtrauf ihr Vorkommen sehr erklärlich ist. Deffner berichtet nun aber, dass sich hier nasse Felder befänden. Das war verdächtig. Ich habe jedoch nichts Derartiges wahrnehmen können; freilich war das Jahr 1893 ein sehr trockenes. Indessen möchte ich bei jedem Fehlen weiterer Beweise diese Stelle doch nicht einzeichnen.

9. No. 99. Das Vorkommen auf dem Bölle, N. von Kohlberg.

Die geologische Karte von Württemberg giebt hier einen basalttuffartigen Fleck an. Ich habe dort Tuff erbohrt und denselben unter No. 99 besprochen.

10. Das Vorkommen W. von Kohlberg.

Auch im W. von Kohlberg giebt die geologische Karte von Württemberg eine basalttuffartige Bildung an. Die Örtlichkeit findet sich unten im Thale des Authmuthbaches, da, wo die von Kohlberg nach Grafenberg gehende Strasse denselben überschreitet. Es liegen allerdings an dieser Stelle auf dem rechten Ufer des Baches hart nördlich der Strasse, am Abhange zu derselben, kleine Stücke von Weiss-Jura-Kalk. Von Tuff selbst ist jedoch nichts zu finden, wie denn auch in die Karte nur basalttuffähnliche Bildung eingezeichnet ist.

Ich liess daher, um diese Frage zu entscheiden, im Strassengraben 6 m tief bohren. Zuerst zeigte sich etwas Weiss-Jura-Schutt, darunter aber Braun-Jura-Thon. Es ist hier also kein Tuff vorhanden. Sollte nicht der Kalkschutt von der mit Kalksteinen beschotterten Fahrstrasse herrühren? Ich habe infolgedessen in der hier beigegebenen Karte diesen Punkt nicht eingetragen. Dass die an der Brücke und im Bachbette weiter abwärts liegenden Basaltstücke nicht dort anstehen, sondern weiter bachabwärts und von den Kohlbergern nur dorthin gefahren sind, ist unter No. 100 zu ersehen.

11. No. 112. Das Vorkommen auf den Hengstäckern, S. von Kleinbettlingen.

Hier habe ich Tuff erbohrt, wie unter No. 112 besprochen ist. Die Stelle ist daher in der dieser Arbeit beigegebenen Karte als Tuff eingezeichnet worden.

12. 13. 14. No. 109. 110. 111. Die Vorkommen NW., NO., SO. von Grafenberg.

Diese drei um den Grafenberg liegenden Punkte sind auf der geologischen Karte von Württemberg als basalttuffartige Massen eingezeichnet. An allen dreien steht Tuff an, bei No. 109 und 111 habe ich auch seine gangartige Lagerung durch Bohren nachweisen können.

15. No. 114. Das Vorkommen N. von Grossbettlingen.

Auch hier konnte ich die von der geologischen Karte von Württemberg angegebene basalttuffähnliche Bildung als Basalttuff nachweisen und einzeichnen. Derselbe ist unter No. 114 besprochen.

16. No. 105. Das Vorkommen N. vom Hofbühl.

In gleicher Weise ergiebt sich an dieser Örtlichkeit anstatt basalttuffähnlicher Bildung sicherer Tuff.

17. Das Vorkommen auf dem Falkenberg, NO. von Metzingen.

Auf der Steige von Metzingen nach Kohlberg giebt die geologische Karte von Württemberg abermals basalttuffartige Bildung an. Ich habe dieselbe nicht eingezeichnet, weil ich sie trotz wiederholten Suchens nicht finden konnte, obgleich die Steige mitten durch den Fleck hindurchgehen soll. Sollten durch den Bau der Strasse früher Kalksteine hierher geschafft worden sein, die nun beseitigt sind?

V. Schuttmassen am Fusse der Erkenbrechtsweiler Halbinsel.

18. No. 56. Das Vorkommen auf dem Blohm.

Die geologische Karte von Württemberg zeichnet hier basalttuffartige Masse ein. Unter No. 56 ist aber gezeigt, dass ein Gang von Basalttuff vorliegt.

VI. Schuttmassen am Steilabfalle der St. Johann-Halbinsel.

19. 20. 21. 22. Die vier Schuttmassen südlich vom Karpfenbühl.

Die geologische Karte von Württemberg verzeichnet auf Blatt Urach südlich vom Karpfenbühl vier basalttuffartige Massen. Ich habe dieselben auf beiliegender Karte nicht eingezeichnet, da es sich meiner Ansicht nach hier nur um abgestürzte Weiss-Jura-Massen handelt. Dieselben ziehen sich auf ziemlich gleicher Höhe am Fusse des Steilabfalles dahin. Ihre Längsausdehnung ist parallel der dortigen Albkante. Nirgends zeigen sich Tuff oder auch nur gerötete Kalke. Das Niveau, in welchem sie sich befinden, ist dasjenige der Thone des Oberen Braun-Jura. Diese letzteren aber sind die Hauptstörenfriede am ganzen Fusse der Alb. Ihnen vor allen anderen Schichten ist es zuzuschreiben, wenn die Alb zusammenbricht; denn diese das Wasser festhaltenden Thonschichten werden unter dessen Einflusse so schlüpferig wie grüne Seife. Daher ist denn überall, wo sie zu Tage ausstreichen, alles verrutscht und das Gelände dadurch hügelig. Sehr mit Recht führt daher das im selben Niveau gerade gegenüberliegende rechte Gehänge des Ermsthales den Namen das „bucklete“, bucklige. Man betrachte nur gerade über diesen vier Schuttmassen oben am Steilabfall die mächtige Entblössung der Wand im Mittleren Weiss-Jura; das ist auch indirekt das Werk dieser Thone; denn sie haben, indem sie thalabwärts rutschten, der Unterlage dieses Mittleren, dem Unteren Weiss-Jura, die Stütze unter dem Leib fortgezogen.

So kann ich in unseren vier Schuttmassen nur Bergstürze sehen. Wenn ja an einer Stelle unter ihnen doch Tuff begraben sein sollte, so würde in dem Schutte aber nicht etwa der den Tuffen eigene Schuttmantel vorliegen (s. Teil II unter „Die Beschaffenheit der Tuffe“, der Schuttmantel), welcher aus der nächsten Umgebung der Tuffsäule sein Material bezieht, sondern, ganz wie oben gesagt, wäre der in Rede stehende Schutt dennoch eine von oben auf den Tuff herabgestürzte Masse.

23. 24. 25. Die drei Weiss-Jura-Schuttmassen südwestlich von Dettingen im Ermsthale: Der Katzenbuckel No. 130, der Linsenbühl No. 131, im Egartsgässle No. 132.

Die geologische Karte von Württemberg verzeichnet am NW.-Fusse des Rossberges auf der St. Johann-Halbinsel drei basalttuffähnliche Bildungen, welche sich in NW.-Richtung auf Neuhausen zu hinziehen.

Wir wollen bei der, Neuhausen am nächsten gelegenen, beginnen. Die betreffende Stelle liegt auf Braun-Jura β und γ und wird „Steinige Äcker" genannt. Schon der Name deutet an, dass es sich um keine kegelförmige Erhebung handelt, sondern nur um Weiss-Jura-Schutt. Derselbe enthält u. a. auch ε-Kalke, welche ja auch jetzt noch oben auf der Alb am Rossberg anstehen. QUENSTEDT sagt über diese Stelle nichts. Tuff liess sich nirgends finden; doch zeigten sich einzelne gerötete Kalkstücke.

Der nächste Punkt dem Rossberge zu heisst „Im Egartsgässle". Auch dies ist kein eigentlicher Bühl, doch bildet er nach N. hin einen kleinen Abhang, erscheint also von N. her gesehen als kleine Erhöhung. Auch hier liegt Weiss-Jura-Schutt bis ε hinauf. Schon QUENSTEDT erwähnt rote keuperähnliche Letten von dieser Stelle. Dieselben lassen sich auch jetzt noch an der Grabenböschung finden. Sie können nicht gut anders gedeutet werden denn als Keuper oder gar Rotliegendes. In diesem wie in jenem Falle aber beweisen sie mit völliger Sicherheit, dass diese Schuttmasse nicht durch einen Bergsturz entstanden ist, sondern mit vulkanischen Erscheinungen in Beziehung steht.

Der dritte Punkt ist der Linsenbühl, ein grosser langgestreckter Schuttberg, ebenfalls bis ε hinauf Stücke führend. Der Linsengraben schliesst an seinem W.-Rande die Thone des Oberen Braun-Jura gut auf. QUENSTEDT berichtet, dass man an seinem Fusse durch Scharren oder Graben eben jene roten Thone und dunkle Schiefer gefunden habe wie am Egartsgässle. Ich kann trotz wiederholten Besuches nicht über solche Funde berichten. Indessen genügt dieser frühere Fund, um auch den Linsenbühl als vulkanischer Entstehung höchst verdächtig zu erklären.

Wenn man nun weiter zum Rossberg hinaufsteigt, kommt man abermals an eine grosse Schuttmasse, Katzenbuckel genannt, welche sich hoch am Abhang hinaufzieht. Schon QUENSTEDT[1] sagt, dass er

---

[1] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 13 u. 16.

hier vergeblich nach Tuff gesucht habe; ich hatte damit ebensowenig Erfolg. Aber SCHÜBLER muss, wie QUENSTEDT anführt, dort Tuff gefunden haben, da solcher mit der Bezeichnung „Katzenbuckel“ in der Tübinger Sammlung liegt.

Wie man sieht, sind diese Verhältnisse noch nicht geklärt, da uns die Aufschlüsse fehlen. Ich lasse es daher bei der Bezeichnung „basalttuffähnliche Gebilde“.

26. No. 119. Das Vorkommen am Schafbuckel, SSW. von Neuhausen.

Hier ist, wie unter No. 119 gezeigt, entschieden ein Tuffgang vorhanden. Ich habe daher anstatt der Basalttuff-artigen Masse, welche die geologische Karte von Württemberg angiebt, echten Tuff eingezeichnet.

27. Der Schuttkegel im Arbachthale bei Eningen. No. 133.

Im oberen Teile des Arbachthales, dort, wo dieses bereits bis auf den Oberen Braun-Jura eingeschnitten ist, liegt ein ansehnlicher Schuttkegel. Da sich derselbe zwischen dem Drachenberg im N. und dem Mädchenfels im S., also ganz nahe der Alb befindet, so könnte man leicht glauben, nur herabgestürzte Massen vor sich zu haben. Indessen ist hier das Erscheinen rotgebrannter Weiss-Jurakalke höchst verdächtig. Allerdings habe ich solche Stücke in seltenen Fällen auch an Orten gefunden, an welchen anscheinend sicher kein vulkanischer Tuff und auch kein Hügel auftreten. Allein das sind doch sehr grosse Ausnahmen, die sich dadurch erklären mögen, dass dort einst heisse Gase auf einer Spalte aufstiegen. Dies könnte ja auch hier die Ursache dieser Erscheinung sein, aber die Gestalt des Hügels spricht doch mehr dafür, dass in der Tiefe vulkanischer Tuff vorhanden sein möchte. Bemerkenswert ist es, dass die Kalkstücke meist von geringerer Grösse sind; bedeutende Blöcke fehlen. Ich habe daher diese Masse ebenfalls als Basalttuff-artige Bildung eingezeichnet.

28. No. 69. Das Kugelbergle am Ursulaberg, S. von Eningen.

QUENSTEDT[1] führt an, dass er Tuff gefunden habe, zeichnet aber doch nur Basalttuff-artige Masse ein. Ich habe den Punkt unter No. 69 als zweifellosen Tuffgang besprochen und entsprechend in die Karte eingetragen.

---

[1] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 14 unter No. 4.

29. No. 70. **Am Burgstein an der Holzelfinger Steige.**

Auch dieses als basalttuffartige Masse bezeichnete Vorkommen ist sicher ein Gang von Basalttuff und von mir unter No. 70 besprochen.

---

30. **Der Kugelberg oder die Altenburg bei Bronnweiler.**

Auf Blatt Tübingen der geologischen Karte von Württemberg liegt, dem NW.-Rande der Alb vorgelagert, ein vereinzelter Berg. Sein Fuss besteht aus Thonen des Oberen Braunen Jura, sein Gipfel aus Kalken des Weissen. Auf der hier beigegebenen Karte findet man ihn am äussersten Westrande, an der von Reutlingen aus gegen SW. führenden Strasse. Die Meereshöhe dieses, Kugelberg oder Altenburg genannten Bühls beträgt 596 m. Besteigt man denselben vom Altenburger Hof aus, so gelangt man auf halber Höhe an eine grosse Eiche. Bis über diese hinaus steht Braun-Jura an. Bald darüber liegt rechter Hand ein Graben, in welchem auch noch Braun-Jurathon ansteht, aber auch bereits Mergel des Weissen α erscheinen. Offenbar sind diese nur herabgerutscht. Weiter hinauf folgen dann Kalkblöcke des Weiss-Jura β, γ und δ; dagegen ε fehlt oder ist doch fraglich. Eine Schichtung ist bei diesen nicht zu erkennen. Tuff wurde nie beobachtet. Rot- oder schwarzgebrannter Kalk fehlt gänzlich.

Dieser Berg ist von Quenstedt nicht als Basalttuff-artige Bildung eingezeichnet, sondern als ein Braun-Juraberg, dessen Gipfel alluviale Schuttmassen von Weiss-Jura trägt. Seine Worte stehen damit aber im Widerspruche, denn er sagt[1]: „Keine Spur von Basalttuff dazwischen, und doch hängt die Sache mit dieser rätselhaften Bildung der Tertiärzeit auf das engste zusammen."

Ich glaube mich dem nicht anschliessen zu sollen. Vorerst scheint es mir sicherer, anzunehmen, dass hier ein Erosionsrest der Alb vorliegt, ein Zukunftsbild von isolierten Albbergen, wie die Achalm, bei welchen der Weiss-Jura noch ansteht, während hier am Kugelberg nur noch Reste des einst Angestandenen vorliegen. Ich sage, „das scheint" mir richtiger. Ob sicher?

Jedenfalls finden sich auch in Gebieten, welchen Basalttuffe ganz fehlen, die gleichen Erscheinungen, deren Erklärung dieselben Schwierigkeiten bereitet. Auf Blatt Tuttlingen[2] liegt oberhalb Eges-

[1] Begleitworte zu Blatt Tübingen. S. 15 oben.

[2] Begleitworte zu Blatt Balingen. S. 44.

heim, nordöstlich von der Oberburg, ein derartiger kleiner Berg, welcher, wie QUENSTEDT sagt, mit seinem kleineren Nebengipfel unwillkürlich an Basalttuffe erinnert. Der Fuss des Berges besteht aus Braunem Jura γ und δ, und über diesen türmt sich das Haufwerk von Weiss-Juragesteinen mit zuckerkörnigem Kalk und Marmor auf, welche breccienartig verbunden sind und auf dem Gipfel in grossen Blöcken hervorstehen. Also ähnliche Verhältnisse wie beim Kugelberge und sicher nicht vulkanischer Entstehung.

Die Basalte.

Dem Umstande, dass Württemberg an festen, zum Bau von Kunststrassen gut geeigneten Gesteinen so arm ist, hat man es zu danken, dass selbst recht kleine Vorkommen von Basalt, an welchen man andernfalls nichtachtend vorübergegangen wäre, aufgeschlossen und so der Wissenschaft erschlossen wurden. Die im Alb-, Murg- und Kinzigthale des Schwarzwaldes gewonnenen Granite, die aus dem oberen Enzthale stammenden Aplite, ferner die im Murgthal anstehenden Granite und Gneisse, sowie die bei Schramberg, auf dem Kniebis und bei Freudenstadt auftretenden Porphyre sind ausser den Basalten die einzigen, welche gutes Material liefern. Dazu kommt das bei Ziegelhausen im Badischen von der Regierung angekaufte Vorkommen von Quarzporphyr, welcher bis Heilbronn verschifft und dort zerkleinert wird. Infolge dieses Mangels an festen krystallinen Gesteinen musste bisher sogar von der badischen Gemeinde Dossenheim für etwa 60 000 Mark jährlich Porphyr bezogen werden, welcher besonders zur Unterhaltung der verkehrsreichen Strassen bei Stuttgart diente. Trotzdem konnten 1884 nur 3,44 % der Kunststrassen des Landes mit diesem harten Geschläg unterhalten werden. Das ergiebt 6,13 % der gesamten, für unsere Strassen jährlich zur Verwendung gelangenden Schottermenge; wogegen diese Zahl in Bayern auf 33, in Baden auf 40, in der Provinz Hannover auf 70 und im Königreich Sachsen gar auf 85 % steigt.

Unter solchen Umständen hat natürlich die Auffindung eines jeden Basaltganges ausser dem wissenschaftlichen für unser Land auch ein sehr praktisches Interesse[1].

Der erste Basalt, „der im Herzogthum Wirtemberg, wo nicht aufgefunden, doch dafür erkannt“ wurde, soll nach RÖSLER[2] im

[1] Leibbrand, Das staatliche Basaltwerk Urach in Württemberg. Berlin, Ernst & Korn, 1889. Fol. 3 Kupfertafeln. — Vergl. ferner unter demselben Titel in Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1889. Jahrg. 39. S. 411—431.

[2] Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Wirtemberg. 1790. Heft 2. S. 214.

Vöhrenthale gefunden worden sein. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Lehrer ZWIESELE in Reutlingen kann hierunter nur das Thal des südlich von Urach, von Wittlingen aus in die Erms fliessenden Föhrenbaches gemeint sein, welches von den Urachern Föhrenthal oder Faitel genannt wird[1]. Nun ist aber anstehender Basalt dort nirgends bekannt, sondern nur Basalttuff. Dieser enthält freilich kleine Basaltkügelchen, No. 63; es können daher möglicherweise einmal durch den Bach auch grössere Kugeln aus dem Tuffe heraus- und thalabwärts gespült worden sein, welche dann zu RÖSLER's Kenntnis gelangten[2]. Auch sagt dieser selbst, dass er nur lose Stücke kenne. Trotz sorgfältigen Absuchens des Faitelthales sind jetzt freilich nirgends derartige Basaltstücke zu finden. Auch QUENSTEDT[3] sagt über diesen angeblichen Basalt: „Doch eigentliche Basalte sind nicht da, wie die Alten meinten."

---

[1] Auf der Karte ist das Thal nicht namhaft gemacht. Rösler's Beschreibung aber, dass es „oberhalb Sirchingen" liege, ist unverständlich. Erstens müsste es höchstens „unterhalb" heissen, zweitens aber liegt Sirchingen auf der anderen Seite des Ermsthales auf der Hochfläche, so dass die Bezeichnung „unterhalb Wittlingen" lauten müsste.

[2] Des geschichtlichen Interesses wegen lasse ich Rösler's Worte hier folgen: „Graulicht-schwarzer dichter Basalt, mit sehr häufig eingemengter Hornblende und grünlichgelben kleinen Chrysolithkörnern (weit häufiger als bei der ersten Probe), die an der Oberfläche des Stücks, sowie die basaltische Hornblende, in einem gelblichtbraunen Eisenocker aufgelöst worden.

Nach einer erhaltenen Nachricht kann man diesen Basalt im sogenannten Faitel, oder Vöhrenthal und Gebirg in beträchtlichen Massen haben. Es fängt nemlich oberhalb der Sirchinger Staig gegenüber der Vöhrenberg an, von wo an das Vöhrenthal ausgeht, und erstreckt sich bis an die Erms bei der Burg Wittlingen, wo man noch dergleichen Steine in Menge findet, die sich in die Tiefe strecken; sowie auch an der Wittlinger Staig. Der eigentliche Mutterfels aber ist noch nicht entdeckt, sondern es sind nur Findlinge oder Geschiebe. Eine andere Nachricht sezt hinzu, dieser Vöhrenthaler Stein liege flözweise, und scheine die Sohle vom Kalkstein zu machen (oder ist dieses etwa obige zulezt angeführte Sandsteinart?). Noch eine andere sagt, dergleichen (demnach Basalt-) Steine finden sich auf Dottinger Markung auf der Alp, auf einem Felde und in dasigem sogenannten Eisenrittel in Menge, und strecken sich in die Tiefe, ohne hervorragende Felsen, woselbst auch obige eingesandte zwote Probe gefunden worden: insonderheit aber finde sich diese Gebirgsart an der Alpengebirgskette gegen Urach in Menge; und dieses wäre also auf der südwestlichen Seite der Erms, so wie erstere declarirte Basalte sich auf der östlichen Seite finden, und der Basalt wäre also auf der Alp oder am Trauf der Alp gegen Urach zu, zu Hause. Wie in Dottingen und solcher Gegend so leicht Geschiebe diese Fossils ins Vöhrenthal, und zwar nur vornemlich dahin gelangen möchten, ist nicht sehr leicht sich vorzustellen."

[3] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 15. No. 18.

Die Zahl der Stellen, an welchen man bisher in unserem Gebiete Basalte gefunden hat, beziffert sich auf 18 bezw. 22. Unter diesen befinden sich jedoch nur drei etwas grössere Massen: Der Basalt des Dintenbühl No. 36, des Sternberg No. 37, des Eisenrüttel No. 38. Unter diesen ist die letztgenannte die überwiegend grösste. Alle drei scheinen zugleich auch selbständige Massen darzustellen, d. h. nicht in Gestalt von untergeordneten Basaltgängen in grossen Tuffgängen aufzusetzen, sondern ganz allein für sich, ohne Begleitung von Tuff, die Ausbruchskanäle zu füllen. Zu diesen selbständigen Basaltgängen gesellen sich dann noch drei kleine: NW. von Grabenstetten No. 126, SO. von Urach No. 125 und halb und halb auch derjenige im Buckleter NW. von Urach, No. 127, bei welchem ein wenig Tuff erscheint. Alle liegen oben auf der Alb bezw. in Thälern, welche in dieselbe einschneiden.

Der Rest von 12 bezw. 15 Vorkommen wird gebildet durch Basaltgänge, welche in den Tuffgängen auftreten. Diese liegen teils am Steilabfalle der Alb, meist aber im Vorlande derselben. Sie sind für unser Gebiet von besonderer Wichtigkeit, weil sie für die betreffenden Tuffgänge zweifellos darthun, dass der Tuff hier an Ort und Stelle durch einen Ausbruch entstanden sein muss und unmöglich von oben her in dieselbe hinabgespült sein kann.

Wir werden zunächst die allgemeinen und die Lagerungsverhältnisse dieser Basalte zu besprechen haben, bevor wir uns zu ihrer mineralogischen Beschaffenheit wenden. Die drei erstgenannten des Dintenbühl, Sternberg und Eisenrüttel habe ich mit gutem Bedachte der Nummer nach den Tuff-Maaren oben auf der Alb beigefügt und mit No. 36, 37, 38 an das Ende derselben gestellt. Denn meiner Überzeugung nach handelt es sich hier auch nur um einstige Maare, wie an geeigneter Stelle ausgeführt werden wird.

Die drei zweitgenannten, kleinen habe ich unter No. 125, 126, 127 dem Ende der Reihe unserer Tuffgänge angefügt. Der eine, W. von Grabenstetten No. 126, ist sicher nie in Beziehung zu einem Maare gestanden, denn er bildet eine schmale Spaltenausfüllung. Die beiden anderen, No. 125 und 127, dagegen scheinen mir eher Maaren zuzugehören, ich kann das jedoch nicht sicher entscheiden.

Alle übrigen unselbständigen Basaltgänge, welche in Tuffgängen aufsetzen, haben natürlich die Nummer des betreffenden, sie beherbergenden Tuffganges zu führen. Fraglich ist mir das Dasein von zwei Gängen: bei Donnstetten No. 6 und bei Hülben No. 12,

weil dieselben sich nicht auffinden liessen und auch den Dorfbewohnern unbekannt waren. Ein dritter, No. 127 beim Hohen-Neuffen, scheint wieder verschüttet zu sein.

Die drei Basalt-Maare[1].

1. No. 38. Das Basalt-Maar des Eisenrüttel, S. von Urach.

7 km südlich der Stadt Urach finden wir auf der Hochfläche der Alb die umfangreichste Basaltmasse unseres Gebietes. Das ist der seit langem bekannte Eisenrüttel. Bereits 1788 erwähnt ihn Rösler[2] und giebt einen Brief des Bergrats Wiedenmann über denselben. Die Fremdartigkeit des gegenüber der hellen kalkigen Alb so dunklen Gesteines war die Veranlassung, dass man damals am Eisenrüttel einen bergmännischen Versuch machte, um Erzgänge zu finden, wohl Eisen, daher der Name. Man trieb einen Stollen; ein Versuch, der aber, wie Rösler wohl humoristisch bemerkt, „nicht ganz günstig gewesen ist, da man Wasser statt Erz erschrotete." Wiedenmann knüpft an diesen Basalt des Eisenrüttels an, um in dem damals so heftigen Streite über feuerige oder wässerige Entstehung desselben sich für letztere auszusprechen. Wie Werner die vereinzelten Basaltkuppen als Erosionsreste eines einstigen, weithin ausgedehnten Basaltlagers auffasste, welches anderen Gesteinen aufgelagert war, so meinte auch noch Wiedenmann, der Basalt des Eisenrüttels durchbohre nicht die Alb, sondern sei nur auf dieselbe aufgesetzt.

Im Jahre 1869 machte Quenstedt[3] auf diesen Punkt, als das mächtigste Basaltvorkommen im Lande aufmerksam. Deffner berechnete dann die abbaubare Menge des auf 7—8 Hektaren anstehenden Gesteines zu 1—2 Millionen Kubikmeter, während O. Fraas[4] über die petrographische Beschaffenheit und die Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stuttgart über die Festigkeit

[1] S. 173 findet sich die Erklärung des Ausdruckes.

[2] Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Wirtemberg. 1790. Heft 2. S. 216 und Heft 3. S. 63.

[3] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 11.

[4] Vergl. Leibbrand, Das staatliche Basaltwerk Urach in Württemberg. Berlin, Ernst & Korn, 1889. Sodann unter demselben Titel in Zeitschr. f. Bauwesen. Berlin 1889. Jahrgang 39 S. 411—431. Ferner O. Fraas, Über den Basalt des Eisenrüttels, (diese Jahreshefte Bd. XXXXVI. 1890. S. 32—34) gab eine ganz kurze Beschreibung des von dem staatlichen Basaltwerke Urach befolgten Verfahrens zur Zerkleinerung der Massen.

des Gesteines Untersuchungen anstellten. Nachdem die betreffenden Gutachten befriedigend ausgefallen waren, begann der Staat den Abbau derselben, sowie die Errichtung eines Stampfwerkes, in welchem die gewonnenen Massen für ihren Gebrauch zu Chausseezwecken zerkleinert werden. Für das an harten Gesteinen so arme Land war das höchst bedeutungsvoll.

Ein Tagebau wurde in dem einen Ende der Basaltmasse eröffnet von grossem Umfang und 12—13 m Tiefe. Niemand konnte vorher ahnen, dass das Ergebnis an dieser Stelle der Erwartung so wenig entsprechen würde. An den meisten Punkten in diesem Tagebau ist nämlich der Basalt bis zur vollen jetzigen Tiefe des Bruches in eine gelbe thonige Wacke zersetzt, in dieser liegen vereinzelt, hier mehr, dort weniger zahlreich, grössere und kleinere Basaltblöcke. Es muss daher eine ungeheure Menge von Abraum bewältigt werden. Anscheinend stellt sich in der Tiefe ein festeres Gestein ein. Durch eine ganze Anzahl von Schürfen ist jedoch seiner Zeit an anderen Stellen der Basaltmasse festes Gestein nachgewiesen worden, so dass der spätere Abbau dort sehr viel günstiger zu werden verspricht.

Fig. 107 giebt ein ungefähres Bild der Ausdehnung dieser grössten unserer Basaltmassen. Dasselbe ist nach Deffner kopiert, dessen Originalzeichnung Herr Kollege E. Fraas mir freundlichst übersandte. Nur in der NW.-Ecke habe ich die Ausdehnung etwas verkleinert, auch wird der Umriss an der sich nun anschliessenden, gegen SW. schauenden Flanke bezw. Grenzlinie sich bei genauerer Aufnahme ebenfalls noch als ein anderer ergeben, da hier der Weiss-Jura in die Basaltmasse eingreift.

Im höchsten Grade überraschend ist es nun aber, wenn man mitten im Basaltgebiete des Eisenrüttel — da, wo ich Weiss-Jura in obige Zeichnung eingeschrieben habe — Kalke des Weissen Jura δ findet. Die Stelle liegt hart nordwestlich des grossen Steinbruches im Walde. Ungefähr parallel mit dem Rande des Waldes bezw. des grossen Steinbruches zieht sich ein schmaler Streifen von Weiss-Jura δ dahin, rings umgeben von Basalt. Dass diese Kalke nicht etwa nur aus losen, auf dem Basalte aufliegenden Stücken bestehen, wird bewiesen durch einen tiefen Schurf, welcher weiter westlich gemacht wurde. Ganz zweifellos handelt es sich hier um anstehenden Weiss-Jura, welcher in Gestalt einer schmalen Zunge oder Platte mitten im Basalte steckt, so dass letzterer dadurch in einen NW.- und einen SO.-Teil getrennt wird. Auch die dunkle

Färbung, welche dieser Kalk an vielen Stücken besitzt, beweist unwiderleglich, dass nicht etwa eine grosse, später auf den Basalt gefallene Kalkscholle vorliegen kann, also ein Analogon des Weiss-Juramantels unserer Tuffberge. Aus der durch die Hitze erlittenen Farbenänderung geht vielmehr hervor, dass der Basalt im heissen Zustande neben dieser riffartigen Kalkmasse aufgestiegen sein muss. Wir müssen daher annehmen, dass diese mindestens bis zu ansehnlicher Tiefe hinab in letzterer wurzelt.

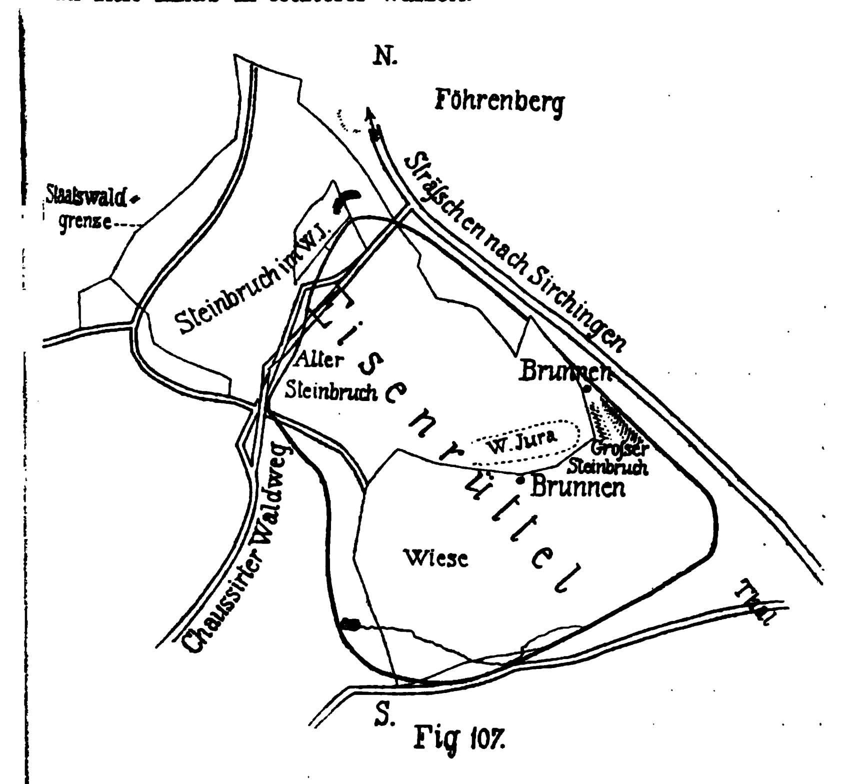


Fig 107.

Diese Erscheinung ist eine höchst überraschende, da man schwer begreifen kann, wie bei dem Ausblasen eines so grossen Ausbruchskanales eine so schmale Platte von Weiss-Jura scheidewandartig stehenbleiben konnte, so dass der Kanal in eine NW.- und eine SO.-Hälfte dadurch geteilt wurde.

Es ist aber nicht daran zu zweifeln, um so weniger, als dies nicht der einzige derartige Fall in unserem Gebiete ist. Am Aichelberg z. B. treffen wir gleichfalls hart nebeneinander zwei Tuffgänge, No. 74 und No. 75, welche nur durch eine schmale Scheidewand

von Braun-Jura β getrennt sind. Am Engelberg No. 94 und Altenberg No. 93 haben wir ganz dieselbe Erscheinung, nur dass dort das oberste Glied der Scheidewand jetzt durch Oberen Braun-Jurathon gebildet wird.

Der Umriss der Basaltmasse ist, wie Fig. 107 erkennen lässt, ein unregelmässig ovaler; die längste Achse zieht von SO. nach NW. Nähert man sich dem Eisenrüttel von SO. her, so erscheint derselbe in Form einer Erhebung, weil man in einem Thale wandert, wie das Fig. 107 angiebt. Von allen übrigen Seiten her bildet die Basaltmasse jedoch keinen Berg, sondern wird im Gegenteil ringsum von solchen, die aus Weiss-Jura ε bestehen, umgeben. Diese letzteren bilden nun zwar keinen zusammenhängenden Kranz um den Basaltfleck; dieser ist vielmehr durch die Erosion in eine Anzahl verschieden hoher Berge zerschnitten, deren Höhe namentlich im NW. sehr gering ist. Trotzdem aber lässt sich aus denselben der alte, früher einst zusammenhängend gewesene Ringwall, welcher den Basalt umgab, leicht im Geiste wieder herstellen. Wir erhalten somit ganz dasselbe Bild, wie es uns der basaltische Sternberg No. 37 und der basaltische Dintenbühl No. 36 darstellen: Eine Basaltmasse, welche von einem Ringwalle aus Weiss-Jura umgeben wird. Beim Sternberg ist dieser letztere durch ein enges Abflussthal durchbrochen, beim Dintenbühl und dem Eisenrüttel durch ein breites. Mit einem früheren Vulkanberge aber hat der Eisenrüttel ebensowenig etwas zu thun, wie jene beiden. Er ist vielmehr ebenso wie jene und wie alle anderen unserer vulkanischen Punkte ein Maar, dessen Ausbruchsröhre jedoch nicht mit Tuff, sondern mit Basalt erfüllt ist.

Ausser der vorher erwähnten Kontaktmetamorphose, welche die im Basalte auftretende kalkige Scheidewand erlitten hat, zeigt sich auch nahe dem chaussierten Waldwege im NW. rauchgrau gebrannter Kalk.

Sehr erwähnenswert ist, was Quenstedt berichtet: „Auf der Höhe (des Eisenrüttel) fanden wir eine Gneusscholle mit weissem Feldspath und schwarzem Glimmer, worin kleine Rostflecke deutlich roten Granat verraten. Ganz dasselbe prächtige Gestein lag auch auf den Feldern südöstlich vom Übersberge westlich Würtingen. Ob es verschleppte Stücke sind?“ [1]

2. No. 37. Das Basalt-Maar des Sternberges, S. von Urach.

In derselben Gegend der Alb, nur 6 km südwestlich vom Eisenrüttel, liegt ein zweites, aber viel kleineres Vorkommen von Basalt

[1] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 12.

im Sternberge. Als Wiedenmann das Gestein des Eisenrüttel als Basalt erkannte, sprach er zugleich[1] die Vermutung aus, dass in der Nähe desselben wohl noch andere Basaltvorkommen anstehen möchten. Das veranlasste den kurfürstlichen Forst-Geometer Sim. Jul. Nördlinger zu weiterer Nachforschung, welche dann auch von Erfolg gekrönt war; denn im Jahre 1802 entdeckte er den Basalt des Sternberges bei Offenhausen[2], welcher etwa 6 km südwestlich vom Eisenrüttel liegt. Nördlinger hebt die „bei den Alp-Bergen ganz ungewöhnliche Form“ des Sternberges hervor, welcher ein „Crater-ähnliches Ansehen“ besitzt. Auch von Quenstedt wird das Dasein eines Kraters an dieser Stelle betont. Wir werden indessen sehen, dass man hier doch nur in gewisser Hinsicht von einem solchen sprechen darf. Der Krater eines echten Vulkanes liegt jedenfalls nicht vor, sondern nur ein Maar, ein Explosionskrater, also ein Vulkan-Embryo.

Wer von Gomadingen nach dem ehemaligen Kloster Offenhausen geht, erblickt zu seiner Linken eine ansehnliche, auf breiter Grundfläche sich aufbauende Erhebung. Das ist der unten aus Weiss-Jura δ, oben aus ε bestehende Sternberg, welcher sich fast 170 m über die δ-Fläche erhebt, auf welcher unser Weg verlief. Da diese Erhebung dicht mit Wald bedeckt und wieder in Höhen und Tiefen gegliedert ist, so kann es unter Umständen etwas schwer fallen, die Stelle zu finden, an welcher hier der Basalt auftritt.

Die Bodengestaltung ist die folgende: Auf einer der Höhen liegt im Walde ein Ringwall von anstehendem Weiss-Jura ε, etwa 150—200 Schritt im Durchmesser haltend. Im Innern desselben befindet sich vertieft ein ebener, mit Tannenwald dicht angeschonter Boden. Das ist der sogenannte Krater. Nach Norden zu ist dieser Wall durch eine Scharte unterbrochen. Dort liegt, hart an dem durch das Innere des Kranzes führenden Wege, eine Vertiefung. Aus dieser entspringt eine Quelle, der Sternenbrunnen, welcher in einem etwas gebogen nach NW. verlaufenden, engen, schluchtartigen Erosionsthale abfliesst. Dasselbe wird von steil aufragenden dolomitischen Felsen des Weiss-Jura ε eingefasst, und ist auf untenstehender Skizze mit „Felsenthor“ bezeichnet. Leider hat der Zeichner unter

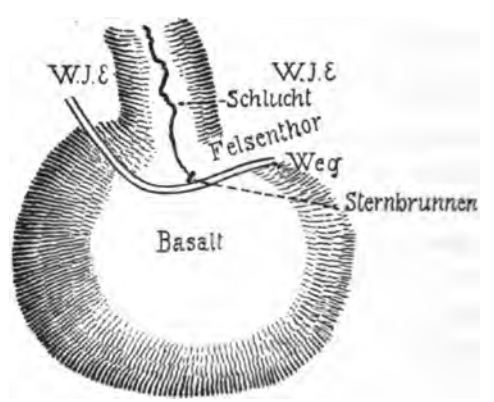
---

[1] Rösler's Geographie Württembergs, Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Wirtemberg. Heft 2. 1790. S. 216. Tübingen, und Heft 3. 1791. S. 63—67.

[2] Denkschriften der vaterl. Ges. d. Ärzte und Naturf. Schwabens. Bd. I. Tübingen 1805. S. 481—488.

diesem Worte die Bergschraffierung fortgelassen, so dass es fälschlicherweise scheint, als öffne sich das Felsenthor, in der Zeichnung, nach rechts. Es öffnet sich nach oben in die Schlucht.

Durch die dichte Bedeckung mit Tannenwald ist gegenwärtig eine genauere Untersuchung des das Innere des sogenannten Kraters erfüllenden Bodens verhindert. Der genannte Aufschluss am Sternenbrunnen lässt jedoch erkennen, dass an dieser Stelle ein fast ganz zu gelbem Wackethon zersetzter Basalt ansteht; ganz in derselben Weise, wie das beim Eisenrüttel No. 38 in dem grossen Steinbruche der Fall ist. Von Tuff ist hier nichts zu sehen. Es ist daher im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch der ganze übrige Boden



Basaltmaar des Sternberg. Fig. 102.

des sogenannten Kraters nur durch solchen zu Thon umgewandelten Basalt gebildet wird. Als Krater aber — falls man darunter, wie das wohl der Fall war, den Krater eines Vulkanberges versteht — ist diese Bildung ganz mit Unrecht bezeichnet worden. Denn wenn auch dieselbe hier allerdings an der Spitze eines Berges liegt, so ist das doch kein vulkanischer, sondern ein aus Weiss-Jura bestehender Berg. Zweifellos liegt hier wie beim Eisenrüttel No. 38 und Dintenbühl No. 36 der Kessel eines Maares vor, dessen in die Tiefe führender Ausbruchskanal ausnahmsweise mit Basalt anstatt mit Tuff erfüllt ist[1].

Die geologische Karte von Württemberg giebt nun aber den Basalt nicht nur im Innern dieses Ringwalles, bezw. Maarkessels an sondern lässt ihn auch das vorher erwähnte gebogen verlaufende

[1] s. später „Die Deutung der Basaltmassen“.

Abflussthal erfüllen, so dass das Ganze einem geschwänzten Kometen gleicht. Ganz dasselbe findet sich bei der Darstellung des Dintenbühl No. 36. Allein hier wie dort will mir scheinen, als wenn das Abflussthal zu Unrecht als mit Tuff erfüllt dargestellt wäre; ich habe daher hier wie dort den Basalt nur im Innern des Maarkessels eingezeichnet.

Allerdings ist der Boden des Abflussthales am Sternberg mit Basaltwacke und Stücken Basaltes bedeckt, und ich habe beim ersten Besuche dieser Örtlichkeit gleichfalls die Empfindung gewonnen, dass dieses Thal auf ziemlich weite Erstreckung bergabwärts einst mit Basalt erfüllt gewesen wäre, dass also ein Basaltgang vorliege. Indessen bei abermaliger Besichtigung drängte sich doch die Überzeugung auf, dass die in dem engen Thalboden liegenden Basaltstücke und die Wacke nur von oben her durch das Wasser herabgespült seien. Vielleicht auch ist in früherer Zeit hier einmal etwas Basalt gewonnen, wodurch seine Stücke thalabwärts verschleppt worden sind. Möglich wäre es indessen ja auch, dass hier wirklich dem Maar ein langer schmaler Gang von Basalt entspränge.

3. No. 36. Das Basalt-Maar des Dintenbühl[1], SO. von Urach.

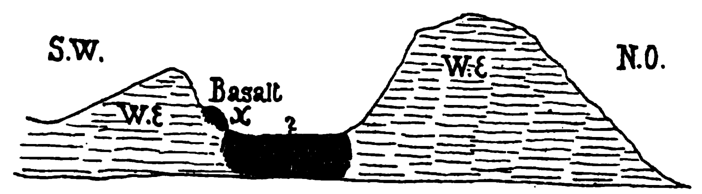
Während Eisenrüttel und Sternberg auf dem linken Ufer der Erms gelegen sind, findet sich auf dem rechten abermals ein Vorkommen von Basalt, der Dintenbühl. Dasselbe liegt etwa 5 km nordöstlich vom Eisenrüttel, nahe dem Dorfe Gruorn, und, wie jene beiden ersteren, oben auf der Hochfläche der Alb. Ganz wie dort, so wird diese letztere auch hier durch Weiss-Jura ε gebildet. Nähert man sich von dem östlich gelegenen Dorfe Gruorn aus diesem Berge, so hat man vor sich eine ungefähr 50 m über ihre Umgebung aufragende Höhe, welche aus Weiss-Jura ε besteht und zum Teil bewaldet ist. Erst wenn man dieselbe erstiegen hat, bemerkt man, dass der Berg im Innern hohl ist. Ein Becken öffnet sich zu unseren Füssen, in welches die Weiss-Jura-Umrandung etwa 15—17 m tief steil abfällt. Zugleich sieht man, dass der Wall nicht mehr rings geschlossen ist, denn der westliche und nordwestliche Teil desselben fehlen bereits. Die Länge der noch erhaltenen südlichen Kesselwand misst 350 Schritt, diejenige der östlichen 270. Das ist ein ganz stattlicher Inhalt. Wenn also wirklich, wie sicher anzunehmen, der ganze Kessel mit Basalt gefüllt ist, so würde sich hier

[1] Auf der neuen Kartenausgabe steht Dietenbühl.



der Abbau wohl lohnen. Wir haben dann die zweitgrösste Basaltmasse in unserem Lande im Dintenbühl.

Wir steigen in den Kessel hinab. Die Sohle desselben bildet eine nach W. sich abdachende Ebene. Dieselbe wird beackert; sie hat thonigen Boden. Ausser vielen Kalkstücken, welche von dem Kesselrande herrühren mögen — die Egge verschleppt sie vom Rande nach der Mitte hin — enthält derselbe auch viele Basaltstücke. Aber nirgends zeigt sich anstehender Basalt. Es lässt sich daher auch nicht mit völliger Sicherheit sagen, ob man Verwitterungsboden von in der Tiefe anstehendem Basalte oder Tuffe unter den Füssen hat. Die mehr thonige, nicht so schüttige Beschaffenheit des Bodens spricht indessen entschieden für Basalt. Besonders grosse Blöcke dieses Gesteines liegen nahe dem SW.-Rande des Kraters im Walde, bei x in untenstehendem Profile.



Basalt-Maar des Dintenbühl, Profil von A nach B der Fig. 104.
Fig. 105.

Dort, bei x, steht jedenfalls der Basalt in der Tiefe an. Auch bei y, am N.-Rande, finden sich zahlreiche, aber kleine Stücke. Hierzu darf man wohl ebenfalls in geringerer Tiefe anstehendes Basaltgestein annehmen.

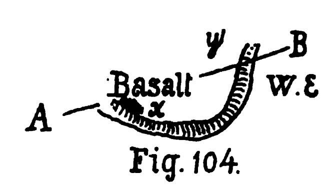


Fig. 104.

Der Weisse Jura zeigt nirgends Spuren von Kontaktwirkung bis auf vereinzelte rotgefärbte Kalkstücke, welche sich oben auf dem Walle finden.

Wir haben bei Betrachtung des Sternbergs No. 37 gesehen, dass man dort nicht von einem echten Vulkankrater, sondern nur von einem Maarkessel, einem Explosionskrater sprechen darf. Genau dasselbe aber gilt von dem Dintenbühl; denn dessen Kesselbildung ist lediglich dadurch von derjenigen des Sternberges geschieden, dass sie grösser ist und von einem breiteren Abflussthale durchbrochen wird.

Das ist natürlich ein ganz unwesentlicher Unterschied. Ich meine daher, dass wir hier gleichfalls nur ein einstiges Maar vor uns haben, genau so beschaffen wie unsere anderen Maare auf der Alb, und abermals nur mit dem Unterschiede, dass der Kanal desselben bemerkenswerterweise auch hier mit Basalt anstatt mit Tuff erfüllt ist.

Von einem echten Vulkan und dessen Krater kann also auch hier keine Rede sein. Wohl aber sind derartige Vorkommnisse interessant, weil sie uns die Maarbildung bereits auf einer etwas höheren Stufe der Entwickelung zum echten Vulkane hin kennen lehren. Bei dem untersten embryonalen Stadium hat sich durch Explosionen ein Kanal rundlichen Querschnittes gebildet, welcher sich mit zerschmettertem, durchbrochenem Gesteine und zerstiebtem Schmelzflusse erfüllt. Die feuerflüssige Masse bleibt noch in der Tiefe.

Bei der nächsthöheren Stufe quillt der Schmelzfluss im Kanale in die Höhe, schmilzt vermutlich die denselben erfüllende Asche wieder ein und erstarrt in der Röhre. Diese beiden Stadien gehören noch der Maarbildung an.

Bei dem dritten erst quillt der Schmelzfluss als Lavastrom oben über und baut einen Vulkankegel auf, an dessen Spitze dann ein echter Krater erscheint.

Stelzner[1] erwähnt in seiner Arbeit über die Melilithbasalte, dass die Basalte vom Sternberg und vom Dintenbühl vielleicht nicht anstehend, sondern nur lose Blöcke auf dem Boden kraterförmiger Vertiefungen seien. Das ist ein Missverständnis, welches ihm beim Lesen der Arbeit Möhl's entstanden zu sein scheint; in beiden Fällen steht der Basalt sicher an.

Basaltgänge.

a. Basaltgänge ganz oder fast ohne Tuff.

4. No. 125. Der Basaltgang in dem Zittelstadt-Thale bei Urach.

Durch Herrn Lehrer Zwiesele wurde ich auf ein in der geologischen Karte von Württemberg noch nicht verzeichnetes Basaltvorkommen aufmerksam gemacht, welches sich ganz nahe westlich der Stadt Urach befindet. Dasselbe tritt am linken Gehänge des Thales auf, welches „die Zittelstadt“ genannt wird. Wenn man vom Elsachthale kommend in dieses letztere einbiegt und nun dem Wege

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. II. 1883. S. 402.

folgt, welcher sich, wenig über der Thalsohle, dort am linken, südlichen Gehänge entlang zieht, so trifft man nach etwa 740 Schritten auf diesen Gang. Derselbe wird in einer mindesten Breite von 10 Schritten durch den Weg aufgeschlossen. Im übrigen ist der Abhang mit Rasen bedeckt und aus Kalkschuttmassen gebildet, welche sich hier dem Fusse des Gehänges vorlagerten, einen in das Thal hinausspringenden Schuttkegel bildend. Ob sich unter diesem etwa noch Basalttuff befindet, entzieht sich jeder Beobachtung.

Bereits unter No. 60 und 61 wurde früher dargelegt, dass dieser Basaltgang fast in einer Linie mit den beiden auf der anderen Seite des Zittelstadtthales aufsetzenden Tuffgängen liegt, dass er möglicherweise derselben Spalte angehört, wie der Gang 61 oder 60. Das ist jedoch nicht sicher zu entscheiden, da beide Vorkommen durch ein mit Alluvium eingeebnetes Thal geschieden sind, welches das etwaige Hinübersetzen der vulkanischen Massen verhüllt. Es ist aber auch gar nicht notwendig, zu einer solchen Annahme zu greifen, da gar nicht selten dicht neben einander, aber ganz unabhängig von einander, sich in unserem Gebiete Ausbruchskanäle finden. So No. 74 und 75, No. 93 und 94, No. 52 und 53.

Der Basalt ist völlig zersetzt, braun von Farbe, in kleine Stücke zerbröckelnd, zwischen welchen weisse, wohl zeolithische Zwischenmasse liegt. Die Olivinkörner sind gleichfalls in stark vorgeschrittener Zersetzung begriffen.

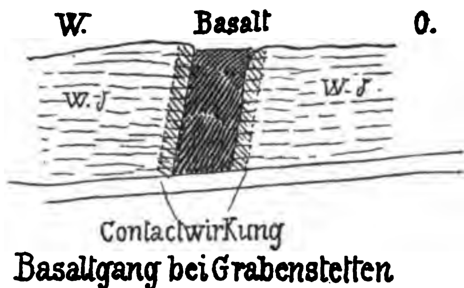
5. No. 126. Der Basaltgang W. von Grabenstetten.

Auf Blatt Urach der geognostischen Karte findet sich nordwestlich von Grabenstetten ein runder Fleck von Basalt eingezeichnet, welcher mitten im Weiss-Jura δ liegt. Der nach Neuffen laufende Weg führt an diesen Ort, dessen Zelgenname[1] „Egelstein“ lautet. Ein Besuch dieser Stelle lässt nichts Weiteres erkennen, als dass in dem ganz ebenen Acker neben vielen Weiss-Jurabrocken auch vereinzelte kleine Stücke von Basalt umherliegen. Ein Teil der letzteren ist abgesammelt und auf den Landweg geworfen, welcher das Feld durchschneidet. Der betreffende Fleck hat nur einen ganz geringen Umfang und lässt sich nicht weiter verfolgen, so dass man die Spitze einer Basaltkuppe vor sich zu haben meint, welche aus der Tiefe aufragt.

An der neuen Strasse von Grabenstetten nach Urach ist nun

[1] Zelgenname = Flurname.

aber neuerdings ein, in der geologischen Karte von Württemberg nicht verzeichneter Basaltgang aufgeschlossen worden, welcher gleichfalls im Weiss-Jura δ aufsetzt, eine Mächtigkeit von nur 1 m besitzt und nordsüdlich streift. Diese neue Strasse liegt südlich von dem oben genannten Punkte im Acker, und der an ersterer neu aufgeschlossene, S.—N. streichende Gang findet sich wiederum in gerader Linie südlich von jenem Punkte. So wird es höchst wahrscheinlich, dass es sich bei beiden Vorkommen um einen und denselben Gang handelt. Die sehr geringe Mächtigkeit dieses letzteren erklärt leicht den Umstand, dass an dem oben genannten Punkte die Basaltstücke nur so vereinzelt im Acker liegen und dass sie auch in der Verbindungslinie leider so selten sind, dass sich an ihrem



Basaltgang bei Grabenstetten
Fig. 105.

Auftreten die langgestreckte Gangnatur nicht erkennen, sondern nur ahnen lässt.

Auch an der alten Strasse, welche, abermals südlich und nahe der neuen, von Grabenstetten nach Urach geht, hat Herr Lehrer Zwiesele einen Basaltgang gefunden, der möglicherweise wiederum nur die Fortsetzung des soeben geschilderten sein wird. Es ergiebt sich auf solche Weise als immerhin wahrscheinlich das Dasein eines mindestens auf 550 m Länge verfolgbaren, N.—S. streichenden Basaltganges von geringer Breite.

Beachtenswert ist es, dass dieser so geringmächtige Gang an beiden Seiten den Jurakalk in einer Breite von 2 Fuss metamorphosiert hat. Die Art der Umwandlung ist genau dieselbe, welche so sehr häufig durch unsere Tuffgänge ausgeübt wird: Der weisse Kalk ist dunkelgebrannt, indem seine organische Substanz verkohlt wurde.

Nicht an diesem Wege, sondern in der obenerwähnten Zelge Egelstein, hat Endriss[1] den Basalt untersucht und gefunden, dass

[1] Bericht über die 26. Versammlung des oberrh. geol. Vereins. 1893. 6 S.

es sich um einen Feldspatbasalt handelt, während alle anderen unserer Basalte den Melilith-, bezw. Nephelin- (Eisenrüttel-) Basalten angehören.

Endriss hat ferner dort auch zwei kleine Stückchen gefunden, welche blasig ausgebildet sind. Auf diese beiden Stückchen gründet er, weil sie blasig sind, die Hypothese, dass hier einst an der Erdoberfläche ein Basaltlavastrom geflossen sei. Es liegt aber nicht der mindeste Grund vor, einer solchen Annahme beizupflichten. Einmal kennen wir in unserem ganzen Vulkangebiete von Urach nicht einen einzigen oberirdisch geflossenen Lavastrom, sondern nur unterirdische Basaltbildungen, Gänge. Es ist daher von vornherein unwahrscheinlich, dass hier bei Grabenstetten einstmals ein solcher vorhanden gewesen sein solle. Das allein wäre freilich kein Grund, welcher entscheidend sein könnte. Aber zweitens spricht auch die Geringfügigkeit der beiden kleinen Stückchen gegen eine solche Annahme; man könnte immerhin erwarten, dass doch noch mehr Überreste dieses Stromes zu finden sein würden. Sollte derselbe gerade bis auf diese beiden winzigen Stückchen weggewaschen sein? Drittens sahen wir ja, dass an der Strasse von Grabenstetten nach Urach ein Basaltgang aufsetzt, welcher auf diesen Punkt in Zelge Egelstein hinzieht und sehr wahrscheinlich mit ihm zusammen nur einen einzigen langen schmalen Gang bildet. Aber auch wenn diese Verbindung nicht bestehen sollte, dann würde der Punkt in der Zelge Egelstein auch nur als Kopf eines in die Tiefe setzenden Ganges von rundlichem oder ovalem Querschnitte aufgefasst werden können; ganz wie unsere anderen Gänge.

Nun kann aber, und das ist der ausschlaggebende Grund, keineswegs nur die Oberfläche eines Lavastromes blasig ausgebildet sein, sondern auch die eines Ganges. Zudem ist es gar nicht nötig, auf Grund dieser beiden Stückchen anzunehmen, dass die ganze Oberfläche des Ganges blasig war; das braucht nur eine kleine Stelle gewesen zu sein. Als Beleg für blasige Ausbildung von Gängen führe ich nur die beiden folgenden Vorkommen an: Zunächst der in Säulen abgesonderte, daher „Palissaden“ Trapp genannte Lagergang in Nord-Amerika, welcher bei Staten Island beginnt und den Hudson 30 Miles weit hinaufbegleitet. Dieser tritt an zwei Stellen an die Oberfläche und ist dort blasig ausgebildet[1]. In gleicher Weise haben die beiden Augitkersantitgänge in der bayrischen Pfalz am N.-Ende

[1] Vergl. das Referat im Neuen Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1893. Bd. II. S. 337.



von Kusel und am Pfeffelbache, wie LEPPLA berichtet, an mehreren Stellen Blasenräume, ohne dass hier eine Berührung mit der Erdoberfläche zur Zeit ihrer Entstehung stattfand[1]. Es handelt sich also in unserem Falle gewiss auch nur um einen Basaltgang, nicht aber einen Lavastrom.

6. No. 127. Der Basaltkopf im Buckleter, NW. von Urach.

Ein letztes und sechstes Basaltvorkommen auf Blatt Urach finden wir 3 km nordwestlich der gleichnamigen Stadt, am W.-Fusse des Elgenberges. Im Gegensatze zu den bisher betrachteten, welche im Weiss-Jura aufsetzen, schaut dieses Vorkommen bereits aus Oberem Braun-Jura hervor; es liegt also nicht auf der Hochfläche, sondern wie dasjenige in der Zittelstadt unten im Thale.

Wenn man von Urach aus der am Waldrande entlang führenden Strasse folgt, welche auf dem rechten Ermsufer am Gehänge nach Dettingen führt, so hat man zu seiner Rechten den Steilabfall der Alb, zur Linken in einiger Tiefe unter sich die Sohle des Ermsthales. Die Strasse läuft grösstenteils im Niveau der Thone des Oberen Braun-Jura. Aber die Nässe und das Abgespültwerden derselben bedingen es, dass der Weiss-Jura von oben über den Braunen hinabrutscht und diesen vielfach verdeckt. So entstehen Unebenheiten und daher heisst diese Gegend die bucklete, d. i. bucklige. Zur Rechten des genannten Weges liegen drei vulkanische Vorkommen: Zwei Tuffgänge, No. 56 und 57, und zwischen diesen der hier in Rede stehende Basaltgang.

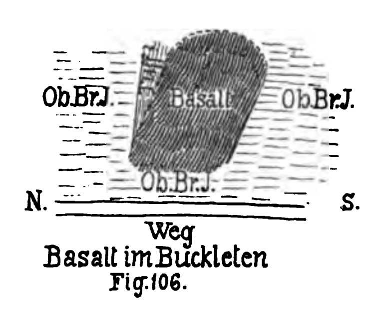
Da wo dieser letztere auftritt, schneidet die Strasse die Braun-Jurathone deutlich an; dieselben bilden auch den steilen Abfall, welcher die Strasse rechts, westlich, begleitet, wie sich deutlich in der Nähe des Basaltes erkennen lässt. Erst oben, auf dem Rücken dieser Stufe im Gelände, liegen dann die Schuttmassen von Weiss-Jura. Da der Basalt in diesem thonigen Gehänge auftritt, so liegt er wohl noch in den obersten Schichten des Braun-Jura und nicht, wie die geologische Karte von Württemberg angiebt, bereits im Weissen.

Die Basaltmasse ist nur klein, aber gut aufgeschlossen, da man sie früher abgebaut hat. Die gewonnenen Steine wurden auf dem Wege verfahren, welcher vom Steinbruche aus nach Urach zu in einiger Höhe, parallel mit der von uns vorher benutzten Strasse,

---

[1] Ebenda. 1893. Bd. I. S. 135.

entlang führt. Von ersterem Wege aus sind natürlich beim Transporte Basaltstücke am Abhange herab- und bis an unsere Strasse hingerollt. Ich erwähne das, weil sie in dem bewaldeten Gelände den Eindruck hervorrufen, dass der südlich an den Steinbruch sich anschliessende, thonige Abhang aus anstehendem, wenn auch meist verwittertem Basalt bestände. Das ist nicht der Fall. Das vulkanische Gestein ist also auf den erwähnten kleinen Steinbruch beschränkt. Der durch die Gewinnung des Basaltes geschaffene, 15 Schritt breite Hohlraum streicht ungefähr nach SO. Derselbe hat jedoch in dieser Streichlinie, welche sich in das Gehänge hineinzieht, eine so kurze Erstreckung, dass man nicht weiss, ob ein solches Vorkommen nicht besser als Kuppe zu bezeichnen wäre. Mir scheint nicht, als wenn er sich noch weit nach SO. in das Gehänge hinein erstreckte; doch ist dasselbe überall mit Weiss-Juraschutt überdeckt, so dass eine sichere Entscheidung nicht gefällt werden kann.



Basalt im Buckleten
Fig. 106.

Wenn man den Steinbruch betritt, so sieht man zunächst zur Linken den anstehenden Braun-Jura. Derselbe befindet sich hier im Kontakt mit dem allerdings weggebrochenen Basalte, doch kleben von letzterem noch einige Fetzen, die in den Jura eingedrungen waren, an der Thonwand. Der Thon selbst ist an einigen Stellen entschieden gehärtet.

Weiter aufwärts erscheint nun aber im Kontakt mit dem Basalt eine andere Gesteinsmasse. Dieselbe ist parallel der Kontaktfläche schieferig geworden, während der Basalt, welcher ihr anklebt, Absonderung in kleine Kugeln zeigt. Als veränderten Jurathon kann ich diese Masse nicht auffassen; wie dieser aussieht, beobachtet man ja am Eingange in den Bruch. Ich meine, dass wir hier etwas feinkörnigen Tuff vor uns haben, welcher umgewandelt wurde. Die Zwischenräume zwischen den Schichtchen sind mit weisser zeolithischer Masse erfüllt.

b. Die in den Maar-Tuffgängen aufsetzenden Basaltgänge.

Da diese Basaltgänge bereits bei Besprechung der einzelnen Tuffgänge behandelt wurden, so führe ich dieselben hier nur kurz auf.

7. No. 20. Der Basalt im Tuffgange mit dem Hofbrunnen.
8. No. 45. Der Basalt im Tuffgang 4 an der Gutenberger Steige.

9. No. 39. Der Basalt im Tuffkanale des Randecker Maares.
10. No. 86. Der Basalt im Tuffgange des Hohenbohl.
11. No. 87. Der Basalt im Tuffgange des Götzenbrühl.
12. No. 76. Der Basalt im Tuffgange des Kraftrain.
13. No. 49. Der Basalt im Tuffgange des Bölle bei Owen.
14. No. 96. Der Basalt im Tuffgange im Bettenhard.
15. No. 55. Die Basaltgänge im Tuffgange des Jusi.
16. No. 100. Der Basalt im Tuffgange am Authmuthbache.
17. No. 106. Der Basalt am Hofwald nördlich vom Hofbühl.
18. No. 122. Der Basalt im Tuffgange des Gaisbühl.

Fragliche Basaltgänge.

19. No. 6. Der ? Basalt im Tuffgange bei Donnstetten.
20. No. 12. Der ? Basalt bei Hülben.

21. No. 128. Der ? Basaltgang am Hohen-Neuffen.

Ein weiterer Basaltgang, von welchem jede Spur verloren gegangen zu sein scheint, wird durch Schübler erwähnt. Derselbe sagt[1] darüber das Folgende: „Am Abhange von Hohen-Neuffen, an der Strasse vom Neuffen nach Grabenstetten, findet sich an der südlichen Seite der Strasse, 92 Pariser Schuh unter dem Hohen-Neuffen und 2161 Pariser Schuh über dem Meer, eine schiefe, nur 2 Schuh breite Gebirgsspalte im dichten Jurakalk, welche vollkommen mit schwarzem Basalt ausgefüllt ist, er enthält grünliche Olivinkörner eingewachsen, ist übrigens hier und da mit feinen Adern von faserigem Kalkspat durchzogen.“ Deffner hat diesen Gang nicht gekannt, ich habe ihn gleichfalls nicht finden können. Sein Ausgehendes muss also wohl jetzt verschüttet sein. Man könnte vielleicht glauben, dass hier der an der Strasse von Urach nach Grabenstetten liegende Basaltgang No. 126 gemeint wäre. Allein das kann nicht der Fall sein, da dieser letztere von Schübler[2] an anderer Stelle erwähnt wird.

Bemerkenswert ist es, dass schon vor Schübler bereits Schwarz[3] dies Vorkommen mit den Worten erwähnt: „in der 2′ breiten Spalte am Hohen-Neuffen“.

---

[1] Württembergische Jahrbücher von Memminger. 1824. S. 364.
[2] S. 370. No. 9.
[3] Reine natürliche Geographie von Württemberg. 1823. S. 149.

22. Der ? Basaltgang im Tuffe des Karpfenbühl.

Im Jahre 1832 schon spricht E. SCHWARZ[1] von einem Basaltvorkommen „unten am Calverbühl". Ebenso erwähnt HEHL[2] desselben. Doch macht es hier den Eindruck, als wenn HEHL den ganzen Kegel des Karpfenbühl für Basalt halte.

QUENSTEDT berichtet nichts über das Vorkommen des Basaltes an dieser Stelle. Ich konnte denselben gleichfalls nicht finden; indessen will es an zwei Stellen der NW.-Seite scheinen, als wenn hier nicht mehr reiner Tuff, sondern bereits ein Zwischending zwischen Basalt und Tuff, wenn auch im veränderten Zustande, vorliege, wie das ja mehrfach vorkommt, wenn der Basalt sich in geringer Tiefe befindet.

Ehemalige heisse Quellen im vulkanischen Gebiete von Urach.

Gegenwärtig findet sich auf der Alb keine einzige heisse Quelle. Zur Zeit jener vulkanischen Ausbrüche aber oder bald nachher sind auf der südöstlichen Ecke unseres Gebietes offenbar heisse Quellen aufgestiegen. Es finden sich nämlich, wie bei Beschreibung der folgenden Örtlichkeiten ausführlicher dargelegt wurde, bei

1) Laichingen No. 1: Erbsenstein;
2) Böttingen No. 2: Bandachatartiger Marmor;
3) SO. von Böttingen No. 3: Bandachatartiger Marmor;
4) Feldstetten No. 5: „Sprudelsteinartige Kalke"[3];
5) Sirchingen No. 23: Erbsensteine[4].

Wir haben also an fünf verschiedenen Örtlichkeiten Gesteinsbildungen, welche auf das ehemalige Vorhandensein heisser Quellen hindeuten. Die Erbsensteine wetteifern an Schönheit mit den bekannten von Karlsbad und die Marmore sind so schön gebändert, dass sie zum Schmucke des Residenzschlosses in Stuttgart verwendet wurden. Da diese Bildungen die Füllmasse von Spalten sind, so ist es nicht unmöglich, dass noch an anderen Orten der Alb in unserem vulkanischen Gebiete unter der Ackerkrume derartiges ver-

---

[1] Reine natürliche Geographie von Württemberg. Stuttgart bei Ebner. 1823. S. 149.

[2] Die geognostischen Verhältnisse Württembergs. Stuttgart 1850. S. 12.

[3] Nach Quenstedt's Ausdruck Begleitworte zu Blatt Blaubeuren S. 19.

[4] Quenstedt, Begleitworte zu Blatt Urach. S. 14.

borgen liegt. Auch im Bereiche des nördlichen Vorlandes der Alb könnten solche Quellen bezw. deren Absätze einstmals vorhanden gewesen sein, welche aber nun, nach Abtragung der Alb, mit dieser abrasiert worden wären. Das ist, wie gesagt, nicht ausgeschlossen, gefunden aber wurde bisher keinerlei Spur.

Selbst wenn nun aber diese Quellabsätze auf jene 5 Örtlichkeiten beschränkt sein sollten, so ist das ehemalige Dasein dieser Quellen in unserem Gebiete doch aus einem doppelten Grunde bemerkenswert: Einmal, weil Quellen oben auf der wasserarmen Hochfläche der Alb in unserem hier in Rede stehenden Gebiete überhaupt etwas Bemerkenswertes sind; nur im vulkanischen Tuffe sind sie häufig; jene mit Quellabsätzen erfüllten Spalten aber sind z. T. ganz unabhängig vom Tuffe. Sodann zweitens, weil es sich hier wohl jedenfalls um warme Quellen handelt, welche aus der Tiefe emporstiegen, während die jetzt im Tuffe sich sammelnden kalten Quellwässer von der Tagesfläche herrühren. Mit Recht werden wir wohl diese einstigen Thermen unseres Gebietes als eine Folgewirkung des Vulkanismus betrachten dürfen.

Eine kohlensäurehaltige kalte Quelle findet sich in unserem Gebiete in Kleinengstingen No. 29; sie tritt also in einem Maar zu Tage. Es ist das der einzige Säuerling, welcher auf der ganzen Alb vorkommt[1] und bildete bereits im Jahre 1719 den Gegenstand einer Arbeit des Dr. Alex. Camerarius[2]. Auch in einigen Maaren der Eifel, wie dem Laacher Maare, und dem von Wehr, haben wir kohlensaure Quellen.

Erläuterung zu den Profilen.

Die Profile und Kartenskizzen, mit welchen ich die Beschreibung der einzelnen Tuffvorkommen unterstütze, sind flüchtig im Felde gemachte Zeichnungen. Sie sind daher in den Verhältnissen nicht genau.

Die Signaturen dieser Zeichnungen möchte ich an folgender Fig. 74 erläutern. Die Tuffbreccie ist durch eine ent-

[1] Quenstedt, Begleitworte zu Blatt Urach. S. 25.

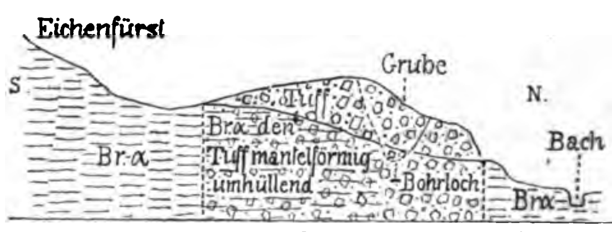
[2] Dissertatio de acidulis Engstingensibus. Tubingae 1719. Citiert nach Quenstedt.



sprechende, das Breccien-artige andeutende Zeichnung wiedergegeben, der Jura durch wagerechte Strichelung.

Oben am Kopfe dieses Tuffganges ist reine Tuffsignatur gezeichnet. Das soll bedeuten, dass hier der Tuff zu Tage ansteht.

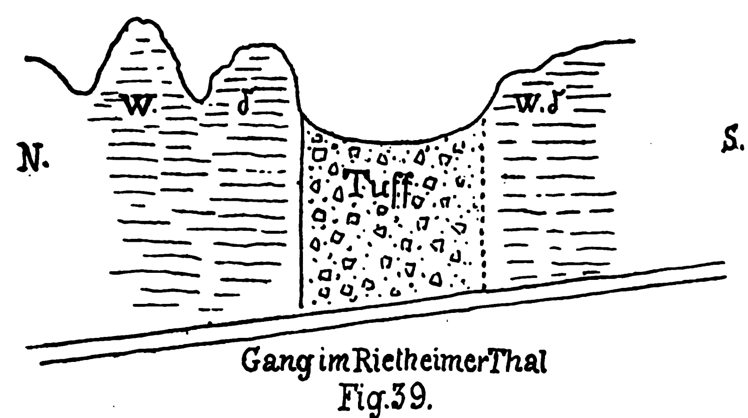
Bei den tieferen Teilen des Tuffganges ist die wagerechte Jura-Strichelung über den Tuff gelegt. Das soll bedeuten, dass hier das



Burrisbuckel v. O. her gesehen
Fig. 74.

vulkanische Gestein, der Gang, durch den ihn mantelförmig umgebenden Jura verhüllt wird. Es handelt sich also in diesem Falle, wie in vielen anderen, um einen Berg, dessen Sockel aus Braun-Jura, dessen Gipfel aus Tuff besteht. Da, wo sich der Beweis führen liess, dass dieser Tuff nicht dem Juraberge aufgelagert ist, sondern denselben als Gang durchsetzt, ist mithin obige Zeichnungsweise angewendet worden.

Wenn dagegen in einem Profile der Tuff nicht durch Jura-Strichelung überdeckt ist, so bedeutet dies, dass er durch senkrechten bezw. schrägen Schnitt aufgeschlossen, also nicht mit Jura überdeckt ist; so z. B. Fig. 39:



Gang im Rietheimer Thal
Fig. 39.

Teil II.

Die Beschaffenheit und Entstehung der Tuffe und Basalte, sowie die Erosionsreihe der Maare des Gebietes von Urach. Allgemeines über Tuffe und Maare.

Die Beschaffenheit der Basalte und der vulkanischen Tuffe des Gebietes von Urach.

1. Die Basalte. Melilith-, Nephelin-, Feldspatbasalte.
2. Die Tuffe. Breccien-Struktur derselben durch zahllose Einsprenglinge der durchbrochenen Gesteinsmassen. Chondritische Struktur der eigentlich vulkanischen Bestandteile. Massige Beschaffenheit. Untergeordnete Schichtung. Diese ist teils subaquatisch, teils subaërisch. Entstehung dieser Schichtung. Absonderungserscheinungen. Die Einschlüsse von Fremdgesteinen in den Tuffen: ihre Gestalt; ihre Arten: Schichtgesteine und altkrystalline Gesteine; Tuffstücke anderer Art im Tuffe; Kohle?; Mineralien. Magnetisches Verhalten des Tuffes. Festigkeit des Tuffes; spätere Entstehung derselben. Der Schuttmantel der Tuffberge; seine Entstehungsweise.

   Beziehungen des Tuffes zur Kultur: Wasserhaltende Eigenschaft; Acker- und Waldboden. Technische Verwendung.

1. Die Basalte.

Hinsichtlich ihrer mineralogischen Beschaffenheit sind die Basalte unseres Gebietes von Urach zunächst in einigen Vorkommen durch Zirkel[1] untersucht worden: Basalt von Urach, Eisenrüttel,

[1] Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung der Basaltgesteine. Bonn 1870. S. 172.

Neuhausen bei Urach und vom Sassberge bei Dettingen unter Urach. Bei dieser Bezeichnung ergiebt sich einige Schwierigkeit. Unter Neuhausen bei Urach wird der Basalt nördlich vom Hofbühl No. 106 gemeint sein. Dagegen giebt es zwei Dettingen in unserem vulkanischen Gebiete. Eines nahe jenem Neuhausen (Blatt Urach), das andere nördlich von Owen (Blatt Kirchheim u. T.). Bei keinem dieser beiden Dettingen aber findet sich Basalt, bei keinem derselben liegt ein Berg, welcher Sassberg genannt würde.

Dann hat MÖHL andere Vorkommen unseres Gebietes im Jahre 1874 untersucht[1]; es sind das die folgenden: Dietenbühl No. 36; Sternberg No. 37; Grabenstetten No. 126 und zwar von der Zelge Egelstein, also dasselbe Gestein, welches ENDRISS jetzt (s. später) als Feldspatbasalt erklärt hat; Zittelstadt No. 125; Buckleter No. 127; Jusi No. 55; Neuhauser Weinberg No. 106?; Hohenbohl No. 86; Kraftrain No. 76.

Alle diese Basalte wurden von den genannten beiden Autoren als Nephelinbasalte beschrieben.

Im Jahre 1883 veröffentlichte aber STELZNER eine Arbeit über Melilith und die Melilithbasalte[2]. Er zeigte, dass der von jenen noch nicht untersuchte Basalt vom Bölle bei Owen No. 49 ein Melilithbasalt sei. Gleiches wies er dann aus den ZIRKEL'schen Dünnschliffen, welche dieser ihm zur Verfügung gestellt hatte, für die von ZIRKEL beschriebenen, oben genannten beiden Vorkommen nach. Ebenso ergab sich für die von MÖHL untersuchten Basalte vom Hohenbohl und Neuhauser Weinberg, dass ihr vermeintlicher Nephelin ein farbloser Melilith sei, und dass auch die übrigen bei MÖHL genannten Vorkommen ihrer Beschreibung nach Melilithbasalte sein müssen.

In seiner mikroskopischen Physiographie der massigen Gesteine[3] hat dann ROSENBUSCH die als Melilithbasalt erkannten Basaltvorkommen unseres Gebietes aufgezählt.

Dass nun aber nicht alle Basalte unseres Gebietes gleicher Art sind, bewies ebenfalls STELZNER[4], indem er den Basalt vom Eisenrüttel (s. vorne S. 475) für einen nicht nur Melilith-, sondern auch Perowskit-freien Nephelinbasalt erkannte.

---

[1] Diese Jahresh. Bd. XXX. 1874. S. 238 und Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1874. S. 926. Taf. 11 fig. 9a.

[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. II. 1883. S. 383, 384, 399, 400.

[3] S. 807. Aufl. 2. Stuttgart 1887.

[4] Ebenda S. 401.

Später hat E. FRAAS das Vorkommen am Gaisbühl (No. 122) gleichfalls als einen Nephelinbasalt beschrieben [1].

Nun kommt ENDRISS in neuester Zeit für das, der Zelge [2] Egelstein bei Grabenstetten No. 126 entstammende, durch MÖHL als Nephelinbasalt hingestellte Gestein zu dem Ergebnis, dass dasselbe ein Feldspatbasalt sei [3]. Das wäre der einzige in unserem Gebiete als Feldspatbasalt erkannte. In den beiden Dünnschliffen, welche ich von dem Basalte in der Zelge Egelstein und dem an der Strasse nach Urach No. 126 habe anfertigen lassen, vermag ich jedoch nur Melilith und keinen Feldspat zu finden.

So würde sich also die bemerkenswerte Thatsache ergeben, dass — nach den Beobachtungen jener Forscher — unser an festen Basalten immerhin armes Maargebiet nicht weniger als drei verschiedene Arten von Basalte besässe: vorwiegend Melilith-, untergeordnet aber auch Nephelin- und Feldspatbasalte.

Zu den Feldspatbasalten würde gehören nach ENDRISS der Gang bei Grabenstetten No. 126.

Als Nephelinbasalte sind nur zwei Vorkommen bestimmt worden: am Eisenrüttel No. 38 und am Gaisberg No. 122.

Ob dann alle übrigen Gesteine Melilithbasalte sind, oder ob unter diesen doch noch einzelne zu einer jener beiden Abteilungen gehören, muss späterer Untersuchung vorbehalten bleiben.

2. Die Tuffe.

Das Gefüge. Das Gefüge der in der Gruppe von Urach auftretenden vulkanischen Tuffe ist infolge zahlloser Einschlüsse eckiger, dem Tuffe fremder Gesteinsstücke durchweg dasjenige einer Breccie. Ich würde daher folgerichtig stets von einer Tuffbreccie sprechen müssen. Handelte es sich nun in dieser Arbeit allein um die Beschreibung des Tuffes, so würde ich das auch gethan haben. Allein viel wesentlicher als die Beschaffenheit des Tuffes ist seine Lagerung in Gangform und seine Beziehung zu einstigen Maaren; um diese handelt es sich in dem grössten Teile der vorliegenden Arbeit. An Stelle der unendlich oft wiederkehrenden Ausdrücke „Tuffgang, tuffige Füllmasse, Tuffsäule, Tuffberg“, würde ich somit die unschön klingenden Bezeichnungen „Tuffbrecciengang, tuffbreccige Füllmasse“

[1] Diese Jahresh. 1893. S. 8. Anm.
[2] Zelge ist ein Ausdruck für Flur.
[3] Bericht über die 26. Versammlung des Oberrhein. geolog. Vereins. 1893. 6 S.

u. s. w. angewendet haben müssen; oder ich wäre zu der steten schleppenden Ausdrucksweise „Gang-Tuffbreccie" u. s. w. gezwungen worden. In diesen Umständen liegt die Erklärung dafür, dass ich von unseren Tuffbreccien stets nur als Tuff spreche.

Man darf mir nicht entgegenhalten, dass ja LECOCQ z. B. bei seiner Beschreibung der Tuffe von Central-Frankreich[1] von „brèches" spreche. In dieser Arbeit handelt es sich eben nicht um gangförmige Lagerung und die mit einer solchen verknüpften Ausdrücke.

Auch die von MÜGGE neuerdings vorgeschlagene Bezeichnung „Tuffit" würde nicht für den vorliegenden Fall passen. Derselbe sagt[2]: „Eine einheitliche Bezeichnung für Tuffmassen, welche mit gewöhnlichen Sedimenten gemischt sind, fehlt bisher, ebenso für metamorphe (nicht kontaktmetamorphe) Mischgesteine derart; ich schlage vor, erstere „Tuffite", letztere „Tuffoïde" zu nennen." Es handelt sich indessen hier um jene palaeozoischen, als Lenneporphyre bezeichneten Vulkantuffe, welche in Form von Asche in das Meer fielen und sich erst auf dessen Boden mit den Sedimenten desselben mischten; nicht aber um Tuffe, welche, wie die unserigen, gleich bei dem Ausbruche mit den Stücken der durchbrochenen Sedimentgesteine gemischt wurden. Die von MÜGGE für erstere vorgeschlagene Bezeichnungsweise „Tuffite" durfte daher nicht auf letztere angewendet werden.

Ebensowenig aber war es trotz gewisser Ähnlichkeit statthaft, den Namen „Peperin" zu wählen, da man mit diesem Ausdrucke Gesteine anderer Entstehungsweise bezeichnet.

Die vulkanischen Tuffe der Gruppe von Urach erhalten also durch die Beimengung zahlloser, meist eckiger Fremdgesteine fast stets eine Breccienstruktur; stets ist, wenn ich von unseren Tuffen spreche, aus obengenannten Gründen eine Tuffbreccie zu verstehen. Zwar kommen hier und da einmal kleine Partien vor, welche aus fast reiner vulkanischer Asche bestehen. Aber das ist verschwindende Ausnahme. So gut wie immer ist der Asche auch zerschmettertes fremdes Gestein beigemengt, welches die durchbrochenen Schichten geliefert haben. Teils ist dasselbe zu kleinen Stückchen zertrümmert, teils besteht es aus grösseren Fetzen und Blöcken, welche bis zu

[1] Les époques géologiques de l'Auvergne.

[2] Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. VIII. Heft 3. 1893. S. 707.

bedeutender Grösse anschwellen können. Die gewaltig grossen Blöcke finden sich fast immer nur oben auf dem Gipfel oder auf den Flanken unserer Tuffberge. Tief im Tuffe drinnen stecken meist nur mittlere und kleine Stücke. Bei den nördlichst gelegenen Tuffmassen, welche aus Lias zu Tage treten, fehlen die Riesenblöcke fast immer, weil sie wohl bereits entfernt sind; auch die mittleren sind dort im Tuffe seltener, er führt vorwiegend nur kleinere Stücke; vielleicht weil wir uns hier in grosser Tiefe unter der damaligen Erdoberfläche befinden.

Diese Breccienstruktur, so kennzeichnend sie auch für unsere Tuffe ist, kann jedoch keineswegs als etwas nur unserem Gebiete Zukommendes betrachtet werden. Wir finden sie vielmehr bei manchen Tuffen anderer Gebiete ebenfalls; im besonderen auch bei denen, welche man in Italien als Peperine bezeichnet (s. später „Die Vergleichung unserer Tuffe mit denen anderer Gebiete"). Ja, gerade diese letzteren stimmen mit den unserigen auch noch darin überein, dass die Breccienstruktur in gleicher Weise durch eingesprengte Stücke weissen Kalkes bedingt wird. So sehr aber auch hierdurch eine Ähnlichkeit mit unseren Tuffen hervorgerufen wird, so habe ich doch nie gesehen oder aus der Litteratur entnehmen können, dass diese eckigen Bruchstücke von Fremdgesteinen, abgesehen davon, dass sie im Tuffe eingebettet liegen, ausserdem noch ganz allein für sich und unvermischt eine mantelförmige Hülle rings um die Tuffbreccie bilden. Durch diesen Schuttmantel sind unsere Tuffberge, wie mir scheint, gegenüber allen anderen bisher bekannten ausgezeichnet; wir werden denselben und seine Entstehung später betrachten.

Das Auftreten grosser Massen des Nebengesteines ist übrigens nicht nur auf vulkanische Tuffe bezüglich unsere Tuffgänge beschränkt, auch in Erzgängen ist dasselbe eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Ganz wie dort, so finden sie sich auch hier bald in kleineren, bald in grösseren Stücken. Ganz wie dort, so schwellen sie auch hier zu oft kolossalen Blöcken und Schollen an, welche noch die ursprüngliche Schichtung, wenn auch in veränderter, aufgerichteter oder überkippter Lagerung, erkennen lassen. Ganz wie dort stammen dieselben auch hier zum Teil von den zunächst angrenzenden Wänden der Gangspalten, zum Teil aus höherem Niveau, aus welchem sie in der Spalte mehr oder weniger tief hinabgestürzt sind. Darin aber zeigt sich ein schwerwiegender Unterschied, dass wir in unseren Tuffgängen auch zahllose Bruchstücke solchen Nebengesteines finden,

welche, aus tieferen Horizonten herrührend, in die Höhe befördert wurden, während das bei den Erzgängen natürlich niemals der Fall sein kann, da es sich hier nicht um eine eruptive Thätigkeit handelt.

Während so das Gefüge unserer Tuffe durch die zahllosen eckigen Fremdgesteine dasjenige einer Breccie wird, besitzt die eigentliche vulkanische Masse derselben aber ganz vorwiegend eine chondritische Struktur. Bei der Explosion der Gase wurde der in grosser Tiefe der Ausbruchsröhre verharrende, basaltische Schmelzfluss zerstiebt. Hierbei rundeten sich die Teilchen zu kleinen Kügelchen ab, welche zwischen geringer Grösse und derjenigen von Erbsen schwanken, jedoch der Regel nach weit unter der Grösse letzterer bleiben.

Im Jahre 1875 hat ANGER[1] bereits den Tuff des Karpfenbühl von Urach, von Owen und der Gutenberger Steige mikroskopisch untersucht, aber noch als Feldspatbasalt-Tuff beschrieben.

Dann hat im Jahre 1879 PENCK[2] in seiner Arbeit „über Palagonit- und Basalttuffe“ ebenfalls mehrere Tuffe unseres vulkanischen Gebietes mikroskopisch untersucht. Es sind das die Vorkommen von Owen, Dettingen bei Urach und Karpfenbühl. Dem Stande der damaligen Anschauung gemäss beschreibt er die Lapilli derselben noch als zu den Nephelinbasalten gehörig. Aber ROSENBUSCH[3] hebt hervor, dass man bei der Schilderung mancher Nepheline an Melilith denken möchte, was wohl auch der Fall ist.

Endlich führt ENDRISS[4] an, dass nach seinen Untersuchungen ein Teil der Tuffe zum Melilith; ein anderer zum Nephelinbasalt gehöre. Zu den ersteren rechnet er die Tuffe von Aichelberg, Limburg, Randeck, Diepoldsburg, Schopfloch, Hochbohl, Bölle bei Owen, Jusi, Dettinger Weinberg. Dagegen als Nephelinbasalt-Tuff erkannte er denjenigen des Rangenbergle.

Ich sagte, dass bei unseren Tuffen die chondritische Struktur ganz allgemein verbreitet ist. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass die zahlreichen kleinen Basaltkügelchen und Stückchen durch ein Cement von Kalkspat verkittet sind. Dieses Bindemittel, welches sich aus der Zersetzung der dem Tuffe so massenhaft beigemengten

[1] Tschermak's Mineralog. Mitteilungen. 1875. S. 169.

[2] Zeitschrift d. Deutschen geolog. Ges. Bd. XXXI. 1879. S. 540.

[3] Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. 2. Aufl. Stuttgart 1887. S. 810.

[4] Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1889. Bd. XLI. S. 103 und S. 116 Anm. 2.

Weiss-Jurakalke herschreibt, zeigt Aggregat-Polarisation. Ausser dem Melilith bezw. auch Nephelin treten dieselben Mineralien auf, welche sich in den Basalten finden. Zahlreiche Magnetite und Olivin, letztere in allen Zersetzungsstadien, selten Augit, Hornblende, Biotit. Sodann hat Penck aber auch die Anwesenheit von Perowskit und in manchen der Kügelchen von Glas nachgewiesen.

Ausser den zahllosen kleinen Kügelchen kommen jedoch auch noch grössere Kugeln, bis zum Umfange einer Walnuss vor. Bisweilen bestehen diese letzteren wesentlich aus Olivin, welcher jedoch bereits in serpentinige Masse übergegangen ist.

Aber auch im Innern der kleinen Kügelchen findet sich häufig ein Olivinkern, welcher hier noch frisch, dort in eine rötliche, da bereits in eine grünliche Masse verwandelt ist.

In vielen Fällen ist der Tuff durchtränkt mit weisser kalkiger bezw. zeolithischer Substanz, welche die Zwischenräume zwischen den Kügelchen und den grösseren Stücken von Fremdgesteinen ausfüllt. Bei solcher Beschaffenheit tritt dann das chondritische Gefüge um so deutlicher hervor, indem sich nun die dunklen Kugeln von der hellen Zwischenmasse scharf abheben. Da unter den Fremdgesteinen die kleineren Kalkstücke des Weiss-Jura durch die Hitze dunkel gebrannt und die kleinsten derselben dann ebenfalls nicht selten rundlich abgerieben sind, so kann man sie bei flüchtigem Zusehen mit den echten vulkanischen Chondren verwechseln.

Bisweilen ist die ganze vulkanische Masse des Tuffes, also abgesehen von den Fremdgesteinen, in ein dunkelgrünes, dichtaussehendes, serpentiniges Gestein verwandelt. Hier hat offenbar ein besonders starker Auswurf von Olivin stattgefunden. Bei geeigneter Verwitterung lässt sich aber auch bei solcher Beschaffenheit noch das chondritische Gefüge erkennen. Dieselbe Struktur zeigen auch viele Tuffe des Hegaus. Dieselben führen ebenfalls zahlreiche kleine Lapilli von Melilithbasalt, welche in ihrem Gefüge an die Chondren der Meteorite erinnern[1].

Ausser den vorher erwähnten walnussgrossen Kugeln, welche einen serpentinigen Kern besitzen, finden sich hier und da auch etwas grössere rundliche Basaltstücke mit grossen Hornblende- und Glimmer-Krystallen; so z. B. am Bützlesberg No. 68.

Dagegen ist ganz besonders hervorzuheben das Fehlen grösserer

---

[1] Cushing und Weinschenk: Zur genauen Kenntnis der Phonolithe des Hegaus. Mineralog. und petrograph. Mitteilungen von Tschermak 1893. Bd. XIII. S. 18—38, 170.



Basaltstücke in den Tuffen. Es giebt ja in anderen Gebieten Gänge, welche mit Reibungsbreccien bezw. Konglomeraten von Besalt erfüllt sind, welche also aus einem Haufwerke von Basaltstücken bestehen. Derartiges kommt in unserem Gebiete nicht vor. Es handelt sich hier überall nur um fein zerstiebten Schmelzfluss, welcher letztere in der Röhre offenbar in so grosser Tiefe verblieb, dass es zu einer Ausfüllung derselben mit Reibungsbreccien des Basaltes gar nicht kommen konnte. Da, wo man im Tuffe einmal grössere Basaltkugeln oder Stücke findet, kann man sicher sein, dass sie nicht von Auswürflingen herrühren, sondern die in Stücke zerfallene Apophyse eines im Tuffe aufsetzenden Basaltganges sind.

Schwarze Gläser haben sich im Randecker Maar No. 39, sowie in mehreren Stücken am Florian No. 101 und dem Bettenhard No. 96 gefunden. Das sind jedoch höchst wahrscheinlich keine vulkanischen, sondern menschliche Erzeugnisse, welche dorthin verschleppt wurden.

Im Gegensatze zu diesen chondritischen Tuffen kommen auch ganz feinkörnige Aschentuffe vor; so z. B. am S.-Abhange des Aichelberges No. 75. Doch sind das seltenere Erscheinungen.

Die Farbe des Tuffes ist im frischen Zustande eine dunkelgraue bis blaue. Bei der Verwitterung geht dieselbe in das Gelbliche über. Doch kommt auch grüne Färbung vor.

Massige und geschichtete Lagerung. Durch die eckigen fremden Beimengungen erhalten also unsere Tuffe eine Breccienstruktur. Im grossen und ganzen ist diese Tuffbreccie massig, ungeschichtet, wenn sie auch bisweilen Absonderungserscheinungen zeigt, welche kugelschalig oder etwas schichtenähnlich sind. In Sonderfällen kommt aber auch geschichteter Tuff vor. Das Niveau, in welchem diese Tuffschichten auftreten, kann ein sehr verschiedenes sein. Fast immer finden sie sich, da wo sie überhaupt erscheinen, im obersten Horizonte der Tuffsäule; und dann werden sie wohl meist subaquatisch gebildet worden sein, indem der Maarkessel sich in einen See verwandelte. Das Randecker Maar No. 39 bietet uns den Schlüssel für diese Frage. Dort haben wir folgendes Profil von oben nach unten:

Tertiäre Süsswasserschichten.

Geschichteter Tuff wenig mächtig.

Massiger Tuff, den ganzen Kanal in die Tiefe hinab füllend.

Hier ist die Sache zweifellos.

Ebenso zweifellos ist sie beim Maar, S. von Hengen No. 15,

wo sich versteinerte Schnecken im Tuffe fanden, wenn dieser auch selbst keine deutliche Schichtung zeigte.

Vermutlich gleicher Entstehung ist die Schichtung bei der Diepoldsburg No. 40, bei der Limburg No. 77, wo jedoch der geschichtete Tuff nur aus verstürzten Stücken bekannt ist, an der Wittlinger Steige No. 63, oben am Jusiberg No. 55, bei Erkenbrechtsweiler No. 31 und Grafenberg No. 108, an welchen beiden Orten Deffner Schichtung beobachtete[1]; auch bei dem Maar No. 59 an der Steige Urach-Böhringen wird es sich so verhalten, dort liegen die Schichten im Niveau des Weiss-Jura γ.

In allen diesen Fällen liegt der Tuff, oder lag doch einst das jetzt abgestürzte Stück desselben, wie beim Randecker Maar im obersten Horizonte der Tuffsäule.

Aber wir finden in ganz seltenen Fällen auch in tiefen Horizonten des den Kanal füllenden Tuffes eine Schichtung und dann ist sie sicher subaërisch. So am Jusi No. 55 unten im Bruche östlich von Kappishäuser-Vorderweiler. Wenn man den gewaltigen Durchmesser des Kanales bedenkt, in welchem beim Jusi der Tuff sich ablagerte, so wird man es sehr gut für möglich halten, dass sich hier an einzelnen Stellen der Tuff beim Niederfallen aus der Luft in Schichten absetzte. Von Wasserwirkung kann hier unten in der Tiefe der Röhre jedenfalls keine Rede sein.

Ebenso macht die am Aichelberg No. 75, an dem S.-Ende des Berges bemerkbare leise Schichtung den Eindruck subaërischer Entstehung. Wenn sie auch am Berge selbst nicht sehr tief liegt, so muss man erwägen, dass man sich im Niveau des Braun-Jura α befindet. Ergänzt man sich daher in Gedanken die jetzt so weit abgetragene Tuffsäule bis hinauf in den Weiss-Jura δ und ε, so leuchtet ein, dass man sich hier sogar in noch tieferem Niveau der Säule befindet als beim Jusi, wo jene fraglichen Schichten im Niveau des obersten Ober Braun-Jura liegen. Dass diese Auffassung der Schichtung als einer subaërischen das Richtige trifft, wird dadurch erwiesen, dass ich bei einem in jüngster Zeit stattgefundenen, abermaligen Besuche an der bezeichneten Stelle schon keine Schichtung mehr erkennen konnte. Die betreffende Masse war abgestürzt und hinter derselben kam nun ungeschichteter Tuff zum Vorschein.

Genau das Gleiche gilt von den zarten Schichten am Georgenberg 121, welche an dem heutigen Tuffberge zwar ziemlich hoch,

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 28 u. 30.

aber an der Tuffsäule doch fast ebenso tief wie dort, im Niveau des Braun-Jura β liegen.

Auch vom Karpfenbühl No. 65 behauptet SCHÜBLER, dass er deutliche, nach N. fallende Schichtung zeige[1]. Das beruht aber auf einer Verwechselung von Absonderungserscheinungen mit echter Schichtung. Solche Absonderungserscheinungen kommen häufig bei festen Eruptivgesteinen vor und können oft einer Schichtung ziemlich ähnlich sehen. Wir finden sie bei unseren Tuffen nicht selten. Stets sind sie aber leicht von Schichtung durch die ungleichmässige Dicke, überhaupt unregelmässige Gestalt der scheinbaren Schichten gekennzeichnet; vor allem jedoch dadurch, dass diese ganz steil, ungefähr im Sinne des jedesmaligen Bergabhanges, einfällt.

So fand ich also unter etwa 120 Tuffgängen eine Wasser-Schichtung nur in 9 Fällen. Dazu kommen noch einige weitere, in welchen zwar keine Schichtung, dafür aber Versteinerungen beobachtet wurden. Das ist sehr wenig. Indessen wahrscheinlich ist sie viel häufiger vorhanden, jedoch unter dem Schuttmantel von Weiss-Jura-Stücken verborgen. Ich habe sicher nicht alle vorhandenen Spuren derselben gefunden. Sicher aber ist sie früher viel häufiger vorhanden gewesen. Es werden gewiss zahlreiche unserer Maarkessel Wasserbecken gebildet haben. Aber im ganzen Vorlande der Alb sind die 53 Tuffsäulen meist schon mindestens bis in das Niveau des Unteren Braun-Jura hinab abgetragen. Mit ihrem oberen Teile ist daher auch das geschichtete oberste Ende der Tuffsäule längst verschwunden, welches einst im Niveau des Weiss-Jura β, γ oder δ gelegen hat. Nur in Ausnahmefällen also werden wir hier noch ein Stück geschichteten Tuffes erwarten können, welches der Zerstörung entrann. Solche Ausnahmefälle aber giebt es; und durch diese wird auch für das heutige Vorland der Alb bewiesen, dass diese Tuffsäulen einst oben auf der damaligen Alb in Maarkessel ausliefen. Oben auf der Alb fehlen heute in den 38 Maaren fast durchweg die Aufschlüsse, sonst würden wir hier gewiss die dort vorhandene Schichtung sehen. Wo irgendwelche Aufschlüsse sind, finden wir sie daher hier: So am Randecker Maar No. 39, am Maar S. von Hengen No. 15. Auch

[1] Württembergische Jahrbücher von Memminger. Stuttgart 1824. S. 165.

am Steilabfalle der Alb findet sich mehrfach Schichtung, d. h. also da, wo die Alb-Maare angeschnitten sind, so bei den obengenannten No. 63, 31, 59. So selten daher jetzt Schichtung im oberen Niveau unserer Tuffsäulen zu sehen ist, so häufig wird sie doch ursprünglich vorhanden gewesen sein.

Absonderungserscheinungen. Ich habe bereits gesagt, dass ziemlich häufig bankartige Absonderungserscheinungen auftreten, bei welchen das Fallen meist steil nach allen Seiten im Sinne des Bergabhanges stattfindet. Aber auch kugelförmige Absonderung findet sich hier und da, wenngleich nie in der Weise vollkommen, wie das bei festen Eruptivgesteinen der Fall sein kann. Bemerkenswert ist, dass auch in den Tuffbreccien der Auvergne sich beides beobachten lässt.

Ganz dieselbe mantelförmige Absonderungserscheinung zeigt sich auch bei den Tuffgängen im südlichen Schottland[1]. Das was ich hier als Absonderung bezeichne, erklärt Geikie dort für subaërische Schichtung. Dieser Unterschied der Auffassung wird wesentlich im Namen liegen. Die Absonderung muss einen Grund haben und dieser wird im folgenden zu suchen sein. Bei der Ausfüllung der Röhre mit Tuff wurde letzterer emporgeschleudert und bildete dann beim Niederfallen im Innern der Röhre einen Kegel, welcher durch immer neu sich herabsenkende Massen in ungefähr mantelförmigen Hüllen sich vergrösserte. Das gab die erste Veranlassung zur Entstehung der steil, im Sinne des jetzigen Bergabhanges fallenden, unregelmässigen, schichtenähnlichen Absonderung. Durch allmähliches Sichsetzen der ganzen Masse trat sie dann schärfer hervor. Wie man sieht, ist eine derartige Absonderung nur dem Grade nach von deutlicher, subaërischer Schichtung unterschieden.

Die Einschlüsse von Fremdgesteinen im Tuffe haben schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Bereits 1834 auf der 12. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte legte Kurr vulkanische Gesteine aus dem Ries, Hegau und dem Nordabhange der Alb vor, die, wie er sagte, „durch ihre Einschlüsse merkwürdig sind“[2]. Wir wollen dieselben hinsichtlich ihrer Gestalt und ihrer Art nacheinander betrachten.

Die Gestalt der Fremdgesteine des Tuffes ist eine ver-

[1] s. den späteren Abschnitt „Vergleichung .... Gangförmig gelagerte Tuffe an anderen Orten der Erde“.

[2] Medizin. Korrespondenzbl. des Württ. ärztlichen Vereins. Bd. IV. 1834. S. 77.

schiedene. Entweder sind sie ganz scharfeckig und kantig, und das findet bei der so erdrückenden Mehrzahl aller statt, dass man sagen kann, es sei die Regel. Oder aber, und das kommt nur bei gewissen derselben vor, sie sind mehr abgerundet, aber doch nur insoweit, als das bei mehr- und vielfachem Ausgeworfenwerden und Zurückfallen in den Schlund und der dadurch bedingten Reibung eintreten kann. Nie sind diese Stücke der Fremdgesteine so rund gerollt wie die Flussgerölle[1]. Nie sind sie derartig glattgeschliffen und geschrammt wie die durch Gletscher verfrachteten Geschiebe es sein können.

Wenn man die verschiedenen Arten dieser Einschlüsse hinsichtlich ihrer Gestalt miteinander vergleicht, so fällt auf, dass die den geologisch jüngeren Schichten angehörigen Gesteinsstücke — besonders also diejenigen der Juraformation — eckig und kantig sind. Die geologisch älteren mehr gerundet, wie die Granite. Es ist das sehr erklärlich; denn letztere hatten einen viel längeren Weg im Ausbruchskanale zurückzulegen als erstere. Indessen ist das Verhalten der Granite ein so verschiedenes, dass ich hier Deffner citieren möchte[2].

„Das Vorkommen des Granits findet stets in einzelnen Stücken statt, meist in der Grösse einer Faust, seltener bis zu Kopfgrösse. Der umfangreichste bis jetzt vorgekommene Klotz, nunmehr der vaterländischen Sammlung einverleibt, wiegt 7 Centner und stammt vom Floriansberg. Die Stücke sind selten scharfkantig, sondern abgerundet, und zwar oft nur, wie im Rohen vorgearbeitet, oft aber vollständig glatt wie Bachgerölle. Viele von ihnen zeigen konzentrisch schalige Absonderung in zwei und drei übereinanderliegenden Schalen. Dass dies keine ursprüngliche Bildung, sondern die Wirkung einer nach vollendeter Abrundung thätigen Ursache, wahrscheinlich der Verwitterung ist, geht aus der mit der äusseren Geschiebeform immer parallelen Lage der Schalen auf das Überzeugendste hervor. Am auffallendsten aber sind die kantigen glattgeschliffenen und glattgedrückten polyedrischen Formen, bei denen man zuweilen nachweisen kann, dass das Stück zuerst abgerundet wurde und dann erst seine Facetten erhielt. Man trifft derartige Formen, welche beinahe die Regelmässigkeit von Krystallen zeigen, bis zu solchen, bei welchen nur eine Seite eben geschliffen, die andere noch kugelförmig abgerundet ist. Ja, es kommen Stücke mit einwärts gerichteten Ecken

---

[1] Nur am Hofbühl bei Metzingen fanden sich wirklich im Wasser gerollte Kalksteine (s. vorne S. 414).

[2] Diese Jahresh. 1873. S. 123.

oder anderen Vertiefungen vor, deren konkave Flächen gleichfalls geglättet sind.

Fragt man sich, auf welche Weise solche Gestaltungen entstehen konnten, so ist zunächst sicher, dass eine Abrollung durch fliessendes Wasser nicht stattgefunden haben kann, da dieses keine Facetten zu bilden im stande ist. Auch sämtliche Gletscherkundige, denen die Stücke vorlagen, sind der Ansicht, dass solche Formen unter den heutigen Gletscherprodukten nirgends zu finden seien. Um die untrügbare stattgehabte Stellung und Bewegung der Stücke zu erklären, bleibt daher nur der eine Weg, von unten durch den Kraterkanal herauf, übrig. Hiernach wären diese Granite nicht von aussen und von fremder Lagerstätte in die Tuffe geführt, sondern an Ort und Stelle entstanden, indem sie durch die vulkanische Thätigkeit in der Tiefe losgebrochen und mit den übrigen Eruptionsprodukten ans Licht gefördert wurden. Bei dem tausendfältigen Spiel des Emporschleuderns und Zurückfallens oder des langsamen Emporgepresstwerdens in der Umhüllung einer Tuffausfüllung des Kraterkanals werden sich die harten Gesteine abgerollt und zu jenen geschiebeähnlichen Formen abgeglättet haben [1].

Die polyedrischen, geschliffenen, facettierten Gerölle aber lassen sich wohl nach dieser Weise nicht erklären. Bei näherer Untersuchung findet man, dass alle diese facettierten Gerölle in zwei Klassen, die eine mit glatter deutlich geschliffener Oberfläche, die andere zwar auch mit geebneter, aber rauherer, wie Kokos die Haut leicht ritzender Aussenseite zu trennen sind. Während das Gestein der ersten, glattgeschliffenen Klasse im Innern keine Veränderung zeigt, hat das der zweiten immer eine deutliche schwächere oder stärkere Metamorphose erlitten, und zwar eine Metamorphose, welche durch Einwirkung einer sehr hohen Temperatur auf das Gestein verursacht ist. Dasselbe zeigt poröses zackiges Gefüge, der Feldspat öfters Sanidinglanz, die Kontaktstellen des Glimmers mit dem Feldspat sind häufig blasig aufgebläht und einzelne Stücke zeigen die Kanten durch glasglänzendes Email abgerundet. Viele sind auch mit einer schwarzen blasigschlackigen dünnen Haut überzogen. Letztere verwittert zwar ziemlich leicht und geht in einen schwarzen erdigen

[1] Wenn Deffner hier auch klar eine Entstehung der Tuffe an Ort und Stelle annimmt, so spricht er doch an anderer Stelle von einer Mitwirkung des Eises bei der Bildung unserer Tuffberge und lässt es an dritter Stelle unentschieden, ob Eis oder etwa eine grosse Wasserflut mitgewirkt haben. S. darüber später: „Die Entstehung der Tuffe.“



Überzug über, der aber meist an irgend einer Stelle noch die ursprüngliche Glasur erkennen lässt. Die äussere Form all dieser Stücke lässt nun deutlich erkennen, dass sie in einem durch hohe Temperatur etwas verweichten Zustande einem starken seitlichen Drucke ausgesetzt waren, der sie in die Formen ihrer Umhüllung presste und so jene kantigen ebenflächigen Stücke mit Hohlecken und rauher Oberfläche hervorbrachte, die wir jetzt in den Tuffen des Metzinger Weinbergs eingebettet finden.

Die andere glatte Klasse der facettierten Gerölle dagegen zeigt keinerlei Veränderung in der Substanz des Gesteins und der Anschliff der Facetten ist bei ihnen auf rein mechanischem Wege zu erklären. Entweder konnten die Stücke dadurch abgeschliffen werden, dass sie, in die Tuffmassen der Kraterausfüllung eingebettet, mit diesen im Kraterkanal auf- und abstiegen und sich hierbei an einem härteren Gestein abrieben, bis sie endlich einmal umkanteten und eine neue Seite zum Abreiben darboten. Oder konnten sich auch die Stücke in den Kraterwandungen festklemmen und hier durch die vorbeipassierenden Auswürflinge in gewissen Richtungen glatt geschliffen werden, bis sie durch einen grösseren Stoss gedreht und endlich ans Tageslicht gefördert wurden.“ Soweit DEFFNER.

Man darf sich nun aber nicht etwa vorstellen, dass zahlreiche solcher mit Flächen versehenen Granite vorkommen. Ganz im Gegenteil, sie sind so selten, dass man wohl sagen kann, die Granite sind der Regel nach gerundet-eckig oder rundlich.

Die Zahl der Fremdgesteine ist eine überaus grosse. Am häufigsten sind entschieden diejenigen des Weissen-Jura. Man darf aber nicht vergessen, dass diese auch infolge ihrer hellen Farbe dem Auge gegenüber am aufdringlichsten wirken, so dass dann ihre Zahl noch grösser im Verhältnis zu derjenigen der anderen erscheint, als sie das ohnedies schon ist. Gerade diese Weiss-Jurakalke geben unseren Tuffen das Scheckige, Marmorierte, indem ihre eckigen Stücke hell aus der grauen bis schwärzlichen Farbe des Tuffes hervorleuchten.

In zweiter Linie hinsichtlich der Zahl kommen wohl die Stücke des Braun-Jura, demnächst diejenigen des Lias. Alle anderen Schichtgesteine sind viel seltener. Am häufigsten fallen noch die roten Keuperthone auf. Aber ich wähle diesen Ausdruck absichtlich, weil wieder die rote Farbe, weil so auffällig, sich vordrängt und uns täuscht. Dagegen ragen die altkrystallinen Massengesteine, an manchen Punkten wenigstens, wieder an Zahl hervor.

Wir können also ganz allgemein sagen: Die Verhältnis-

zahl der Fremdgesteine hängt ab von ihrem Alter und ihrer Härte. Die geologisch jüngsten, zu oberst liegenden Weiss-Juraschichten sind am häufigsten vertreten. Die geologisch ältesten, am tiefsten liegenden Stücke des Rotliegenden und Buntsandsteines am seltensten. Das ist sehr erklärlich: der weitere Weg, den sie beim Ausbruch zurückzulegen hatten, endete für dieselben meist mit völligem Zerriebenwerden. Doch mag geringere? Mächtigkeit auch mitwirken. Die allerältesten, altkrystallinen Gesteine, wie die Granite, sind dagegen an manchen Orten wieder häufiger, weil sie so sehr viel härter sind als jene, also sich besser erhalten konnten. Auch hier aber mag die grosse Mächtigkeit der durchbohrten Gesteinsreihe mit in Frage kommen. Trotz ihrer Härte sind die Granite am meisten abgerundet, weil sie den weitesten Weg zurückzulegen hatten, wie wir das oben sehen.

Die Arten der Fremdgesteine in den Tuffen sind von besonderem Interesse für uns, weil sie uns Kunde geben von dem Vorhandensein oder Fehlen der betreffenden Schichten in der Tiefe unseres vulkanischen Gebietes.

Über die dem Jura angehörigen dieser Fremdgesteine ist bei Absehen von der Metamorphose, welche ein Teil derselben erlitten hat, nichts zu sagen. Sie gehören eben, wie durch Gesteinsbeschaffenheit und Versteinerungen bewiesen wird, der durchbrochenen, wohlbekannten Juraformation an.

Ebensowenig können die harten Sandsteine des Keupers verkannt werden, unter welchen wohl der Stubensandstein am verhältnismässig häufigsten erscheint. Auch rote Keuperthone treten bisweilen, wie am Aichelberg No. 74 und am Götzenbrühl No. 87, in grossen Fetzen auf; sonst auch in kleineren Stücken.

Alle tieferen Schichten aber, mit Ausnahme der altkrystallinen Gesteine, sind viel seltener und oft schwer zu deuten. Was zunächst den Muschelkalk anbetrifft, so findet sich dieser bemerkenswerterweise nur an zwei Punkten, an der Sulzhalde No. 117 und im Kräuterbuckel No. 116. Beide Stellen befinden sich nahe von Raidwangen, d. h. nahe dem Neckar; sie gehören also den nördlichsten unserer Tuffe an. Dass diese beiden Punkte zweifellosen Muschelkalk geliefert haben, weil derselbe hier wie dort auch erbohrt wurde, ist an betreffender Stelle erwähnt worden. Von einer weiteren Örtlichkeit führt ihn zwar noch ein älterer Autor, ich denke

Schwarz[1], auf, allein das ist mir fraglich. Wir finden nämlich Muschelkalk-ähnliche Gesteine sehr vielfach: rauchgraue, dichte Kalke, die jedoch dem durch die Hitze umgewandelten Weissjura angehören[2], das mag auch Schwarz getäuscht haben. Man darf nun wohl annehmen, dass ein so festes Gestein, wie der Muschelkalk, wenn es unter unserem Jura im vulkanischen Gebiete anstände, auch bei den Ausbrüchen mit ausgeworfen sein würde; ebensogut, wie das bei den altkrystallinen Gesteinen der Fall ist. Wenn diese Überlegung, wie ich meine, das Richtige trifft, so würde man schliessen dürfen, dass der Muschelkalk, welcher ja weiter nach N. zu Tage ausstreicht, gegen S. nur noch im nördlichsten Teile unseres vulkanischen Gebietes in der Tiefe ansteht; weiter nach S. hin dagegen fehlt. Übereinstimmend damit wäre dann das Verhalten im Ries, wo ja auch der Muschelkalk unter den Auswürflingen, also in der Tiefe, gänzlich fehlt.

Buntsandstein und Rotliegendes scheinen sicher vorhanden zu sein, aber sie sind selten. Dem Buntsandstein gehören kleine rote Sandsteinstücke an. Dem Rotliegenden kann ein arkoseartiges Gesteinsstück zugerechnet werden, aber ich bin mir dessen keineswegs sicher. Da jedoch Deffner unter den von ihm gemachten Erfunden Buntsandstein und Rotliegendes mehrfach und ohne zweifelnden Zusatz aufführt, so dürfen wir wohl als sicher annehmen, dass diese Schichten wirklich in der Tiefe anstehen.

Ausführlicher müssen wir die Reihe der altkrystallinen Gesteine, welche aus grösster Tiefe emporgerissen wurden, betrachten: Granitische und Gneisse, während die Glieder der Glimmer-? und Thonschiefergruppe hier wie im Ries fehlen.

Hornblende-Gesteine gehören zu den grössten Seltenheiten. Deffner[3] erwähnt ein Stück Diorit vom Aichelberg bei Boll No. 74. Vom Rangenbergle bei Eningen No. 120 citiert er einen hornblendehaltigen Granit, bei welchem jedoch dies Material nachträglich erst durch Umwandlung aus dem schwarzen Glimmer hervorgegangen sein soll.

Die Granite sind im Gegensatze zu den hornblendehaltigen Gesteinen ganz allgemein verbreitet. Damit ist freilich nicht gesagt,

[1] Ich kann leider das von mir ausgeschriebene Citat nicht mehr finden, denke aber, dass ich diese Bemerkung bei Schwarz gelesen habe in: Reine natürliche Geographie von Württemberg. 1832. Stuttgart, bei Ebner.

[2] s. unter metamorphe Umwandlungen.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 69. Nachträge.

dass sie an jedem Tuffpunkte häufig sind. Im Gegenteil, sie wurden an einzelnen derselben noch gar nicht gefunden, an anderen nur vereinzelt. Massenhaft dagegen lassen sie sich sammeln nur an wenigen Stellen: Am Höslensbühl, im Humpfenthale S. von Nürtingen No. 118; am Florian NO. von Metzingen No. 101; am Rangenbergle N. von Eningen No. 120; am Grafenberg NO. von Metzingen No. 108.

Bemerkenswerterweise liegen diese Punkte, wie schon Deffner bemerkt, ziemlich auf einem ungefähr SSW. nach NNO. streichenden schmalen Streifen, in und neben welchem zu gleicher Zeit auch eine auffallend starke Zusammenscharung von Ausbruchspunkten stattfindet. Indessen findet sich doch auch an wohl allen anderen Punkten granitisches Gestein; und ich habe hier wie vorher absichtlich von Finden und Sammeln, nicht von Vorkommen, gesprochen. Ersteres hängt eben ganz von dem jeweiligen künstlichen und natürlichen Aufschlusse ab. Es mag ein Tuffgang in dem gegenwärtig von der Erdoberfläche bewirkten Anschnitte zufällig gar keine oder seltene Granite darbieten, während sie doch einige Meter höher oder tiefer in derselben Tuffsäule vielleicht zahlreich vorkamen bezw. vorkommen werden. Wir können nicht erwarten, dass eine mehr als 600 m lange senkrechte Tuffsäule überall dieselbe Durchschnittszusammensetzung besitzen wird. Das allgemeine Vorkommen der Granite aber muss betont werden. Bei sorgsamem Suchen finden sich, mindestens einzelne Stöcke, gewiss an allen Orten.

Was nun die Art der gefundenen Granite anbelangt, so hat Deffner dieselben zum Gegenstande einer besonderen Untersuchung gemacht, welche in dieser Zeitschrift veröffentlicht worden ist[1].

Das gemeinsame Merkmal aller ist der durchgängige Gehalt an Pinit, dessen Umwandlung in Glimmer sich deutlich verfolgen lässt. Innerhalb dieser allgemeinen charakterisierten Gruppe unterscheidet nun Deffner die folgenden Arten, welche ich hier mit seinen Worten wiedergeben möchte. Es ist das von Wichtigkeit darum, weil derartige Gesteine, wie Deffner feststellte, weder im Schwarzwald noch in den Alpen auftreten.

„1) Dunkelgraue G r a n i t e und G n e i s s e mit schwarzem, rötlich schimmerndem häufigem Glimmer, sehr wenig Pinit, weissem Orthoklas, einem weissen klinotomen Feldspat und weissen Quarzkörnern. Hauptfundort: Rangenbergle bei Eningen, Höslensbühl bei

[1] Diese Jahresh. 1873. Bd. XXIX. S. 121—130.



Nürtingen, seltener am Florian. Durch Abnahme des Glimmergehalts und feineres Korn findet der Übergang zu hellgrauem Weissstein statt, der sich durch grosse Härte und deshalb schöne Geröllformen auszeichnet. Hauptvorkommen am Florian.

2) Ein zweiter allmählicher Übergang endigt in einem beinahe glimmerfreien sehr pinitreichen Gestein mit weissem Orthoklas und Quarz und seltenem weissem klinotomem Feldspat. Diese Bestandteile sind bei körniger Struktur zu einem weiss und grün gefleckten Gestein verbunden. Durch eine der parallelen sich nähernden Anordnung der Bestandteile erhält es eine zu schieferigen sich neigende Textur und denkt man sich den Pinit in Glimmer umgewandelt, so erhält man den Übergang von der körnigen Granit- in die faserige Gneissstruktur. Das nur weiss und grün gefleckte Pinitgestein bildet unter sämtlichen Eruptivgesteinen dieser Art einen klar ausgesprochenen Typus, den man einstweilen bis zu genauer Feststellung der Bestandteile als weissen Pinitgneiss bezeichnen könnte. Charakteristisch für denselben ist das häufige accessorische Auftreten von Graphit in kleinen Schuppen.

3) In die Konstitution dieses Gesteins tritt bald ein hochroter klinotomer Feldspat, der auch im Ries in ähnlichen tertiären Graniten auftritt und hier eine hervorragende Rolle spielt. Und wenn die Mengen des roten Feldspats und des weissen Orthoklases und Quarzes mit dem Pinit das Gleichgewicht halten, so bekommt man bei gröberem Korn ein buntscheckiges Gestein in Weiss, Grün und Rot. Bei feinerem Korn aber nimmt es einen täuschend eklogitähnlichen grün roten Schimmer an. Es ist ein so typisch ausgesprochenes Gestein das sich von den übrigen Graniten so wesentlich unterscheidet, das das Bedürfnis, es benennen zu können, nicht abzuweisen ist. Man könnte es nach einem seiner Fundorte vorläufig und bis zu weiterer Untersuchung Florianit nennen. Am schönsten und häufigsten findet es sich übrigens auf dem Grafenberg und dem Geigersbühl und fehlt an keinem granitführenden Punkte zwischen Rangenberg und Höslensbühl gänzlich.

4) Eine weitere Abänderung entsteht, wenn aus dem weiss gefleckten, sowie aus den rotscheckigen Pinitgraniten No. 2 und No. 3 der Quarz und Orthoklas ausscheiden. Es bleibt dann ein sehr basisches Gestein übrig, das nur aus Pinit und einem klinotomen Feldspat besteht, und in einem Fall grün und weiss, im anderen grün und rot gefleckt erscheint. Beide finden sich auf dem Grafenberg und dem Geigersbühl, das rote mehr auf ersterem, da

weisse mehr auf letzterem. Ganz ähnlich zusammengesetzte Gesteine, welche nur statt des Pinits sein Äquivalent an Glimmer enthalten, sind durch DELESSE als Kersanton aus der Bretagne näher bekannt geworden. Man kann hiernach dieses Gestein als Pinitkersanton bezeichnen. Von dem weissen Pinitkersanton finden sich Stücke, welche sich äusserlich von dem Kersanton von Brest kaum unterscheiden lassen. Für den roten Pinitkersanton des Grafenbergs scheint aber bis jetzt ein analoges Glimmergestein zu fehlen.

5) Wieder eine andere Art entsteht aus dem grüngefleckten Pinitgranit No. 2, wenn der Pinit zurücktritt. Je mehr dies der Fall ist, desto feiner verteilt werden die Pinitteilchen, welche sich deshalb zusammenhanglos, grossenteils in weissen Kaliglimmer verwandeln konnten. Das vollkommen weisse, aus Orthoklas, Quarz und Kaliglimmer bestehende Gestein ist ein vollkommener Pegmatit im Sinne DELESSE's, der nur noch kleine Stellen noch nicht vollkommen umgewandelten Pinits enthält. Vorkommen: Geigersbühl.

6) Endlich findet sich auf dem Grafenberg und dem Geigersbühl echter Granulit. Der Glimmer des Pegmatits ist verschwunden und es bleibt ein rein weisses, oft Schiefertextur annehmendes Gestein, in welchem der Quarz sich deutlich in parallel liegenden Lamellen absondert. Accessorisch tritt eine grosse Zahl kleiner blassroter Granaten auf. Auch auf dem Sternberg findet sich Granulit, aber dunkelgrau, von feinstem Korn, wie der von Penig in Sachsen."

QUENSTEDT[1] erwähnt, dass er auf dem Basalte des Eisenrüttel No. 38 eine Gneissscholle gefunden habe, und dass dasselbe sich auch auf den Feldern südöstlich vom Übersberge, westlich Würtingen liege. Ob verschleppt, das wage er nicht zu entscheiden. Das Gestein, welches in der Tübinger Sammlung liegt, ist ein grauer Gneiss. Es zeigt weissen Feldspat, schwarzen Glimmer und kleine rote Granaten. Ebenso fand sich Gneiss im Tuffe des Maars von Feldstetten No. 5, wie QUENSTEDT[2] berichtet. Ferner spricht DEFFNER über graue Pinitgneisse unter No. 1 der auf S. 509 dieser Arbeit aufgeführten Gesteine. Auch im Rangenbergle No. 120 und an anderen Orten kommt er vor, doch ist er weit seltener als der Granit.

Auch Glimmerschiefer fehlt nicht gänzlich, wenn er auch sehr selten ist. DEFFNER erwähnt ihn nicht. QUENSTEDT aber führt ihn aus dem Tuffe des Maars von Feldstetten No. 5 auf. Ich habe

[1] Begleitworte zu Blatt Urach. S. 12.
[2] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 19.

ein Stück bei dem Tuffgange SO. von Böttingen No. 3 gefunden. Da dasselbe jedoch in einem Steinhaufen am Wege lag, so ist der Erfund mit Misstrauen zu betrachten, wenngleich offenbar die Steine des Haufens von dem benachbarten Felde abgelesen waren und, weil verändert, sicher zum Teil aus dem Tuffe stammten.

Einschlüsse von Tuffstücken im Tuffe. Eine eigenartige Erscheinung, welche uns in wenigen Fällen begegnet, liegt darin, dass sich in dem Tuffe nicht nur zahllose Bruchstücke der durchbrochenen Jura- u. s. w. Gesteine finden, sondern auch solche eines anderen Tuffes. Eine solche Erscheinung ist nicht so einfach zu erklären wie das Vorkommen von Stücken der durchbrochenen Granite und Sedimentschichten. Diese bedingen nur eine einmalige Ausbruchszeit, die Tuffeinschlüsse aber, wenigstens teilweise, eine zweimalige, lassen jedoch auch eine andere Erklärungsweise zu. Es muss daher die Untersuchung in jedem Einzelfalle entscheiden.

Auf die einfachste Weise kann ein Einschluss von Tuffstücken im Tuffe zu stande kommen durch Verrutschung. Das ist offenbar der Fall bei der Limburg No. 77, s. vorne S. 353. Dort finden wir nämlich in massigem Tuffe Einschlüsse von Stücken geschichteten Tuffes. Dieser letztere entstammt offenbar dem Kopfe des saiger stehenden Tuffganges. Der Kopf bildete den Boden des in einen See verwandelten Maarkessels. Auf diesem Boden setzte sich geschichteter Tuff ab. Bei der Herausarbeitung der Tuffsäule aus dem Körper der Alb und bei dem allmählichen Niedrigerwerden des so entstandenen Tuffberges rutschten Stücke des geschichteten, oben liegenden Tuffes an den Flanken des Berges in ein tieferes Niveau, in welchem die Säule nur aus massigem Tuffe besteht. Hier wurden sie in Abrutschmassen dieses letzteren oder aber des Schuttmantels eingebettet.

Bei der Limburg lässt sich diese Erscheinung jedenfalls viel ungezwungener auf die obige Weise erklären, als durch die Annahme, dass durch einen in jüngerer Zeit erfolgten zweiten Ausbruch Stücke des geschichteten Tuffes in massigen hineingerieten.

Zweifellos ebenso nur von oben herabgestürzt ist der bemerkenswerte rote Tuffblock mit tertiären Schnecken, welcher im Maar S. von Hengen No. 15 unten im Niveau des massigen Tuffes gefunden wurde.

Höchst wahrscheinlich ganz dasselbe gilt von dem geschichteten Tuffe, welcher am Maar bei der Diepoldsburg No. 40 unten in der Schlucht im Niveau des ungeschichteten Tuffes liegt.

Möglicherweise auf gleiche Art zu erklären sind die Stücke geschichteten Tuffes, welche am Maar an der Wittlinger Steige No. 63 im ungeschichteten auftreten.

Auch im Randecker Maar No. 39 findet sich im Wasserriss an der W.-Seite (bei No. 11 der Fig. 11 vorne) geschichteter Tuff im Niveau des ungeschichteten. Oben darüber liegt deutlich der Tuff in Schichten, und wenn auch das grosse, am Abhange dort aufgeschlossene geschichtete Stück nicht den Eindruck des Abgerutschten macht, so wird doch die Sache kaum anders zu erklären sein. Wir befinden uns dort am Rande des Maarkessels mit seinem steilen Gehänge, von welchem alles, was demselben auflagert, natürlich dem Mittelpunkte des Kessels zustrebt.

Anders und schwieriger liegen dagegen die Dinge in den nun zu besprechenden Fällen, welche wir der Reihe nach betrachten müssen.

An dem oben bereits erwähnten Maar bei der Diepoldsburg No. 40 finden wir ausserdem noch umgekehrt im geschichteten, oberen Tuffe Einschlüsse des unteren, massigen. An der den Tuffgang durchschneidenden Steige haben wir das folgende Profil:

oben: gelblicher geschichteter Tuff, mit etwa 25° in das Innere des Maares hineinfallend. Eingeschlossen finden sich grosse, nicht gerollte Stücke des unterlagernden grünen Tuffes.

unten: grünlicher massiger Tuff.

Zuvörderst würde man sich über die Natur der Schichtung klar werden müssen. Allein es lässt sich leider an dieser Stelle nicht völlig sicher entscheiden, ob dieselbe in einem, den Boden des Maarkessels erfüllenden Wasserbecken entstanden ist oder ob sie durch Herabfallen aus der Luft gebildet wurde, ob sie also subaquatisch oder subaërisch ist.

Bei subaërischer Entstehung derselben werden wir wohl zu der Annahme zweier, zu verschiedenen Zeiten erfolgter Ausbrüche gedrängt. Zuerst erfüllte sich der Ausbruchskanal mit massigem Tuffe. Dann, aber erst als dieser bereits verfestigt war, also längere Zeit nachher, fand ein zweiter kleiner Ausbruch statt, bei welchem nun oben auf dieser ungeschichteten Masse sich beim Herabfallen aus der Luft der Tuff in Schichten absetzte. Hierbei wurden Stücke des durchbrochenen massigen Tuffes ebenfalls mit ausgeworfen und kamen so in die Schichten. Wegen der Länge der Zeit, welche wohl zwischen beiden Ausbrüchen verstrichen sein musste, gefällt

mir diese Erklärung nicht recht. Es handelt sich ja bei unseren Maaren nur um ein kurzes Eintagsleben des Vulkanismus. Auch ist es an sich wahrscheinlicher, dass die Schichtung des Tuffes, wie beim Randecker Maar No. 39, eine subaquatische ist.

Wenn nun dies der Fall wäre, dann gäbe es wohl nur die folgende Erklärung: der ursprünglich ausgeworfene massige Tuff erfüllte nicht nur die Röhre, sondern lag auch auf den inneren Abhängen des Maarkessels. Dort verfestigte er sich. Später, als der Kessel zum Maarsee geworden war, rutschten Stücke dieses verfestigten Tuffes von dem Gehänge ab und kamen so in die Schichten hinein.

Dass der Kessel sich nicht sofort nach dem Aufhören des Ausbruches in ein Wasserbecken verwandelt haben kann, ist klar. Der lose, den Kanal erfüllende Tuff musste sich erst cementieren, um einen wasserdichten Boden des Sees bilden zu können. So lange, bis er cementiert war, musste das Wasser wie durch ein Sieb in die Tiefe laufen. In derselben Zeit aber, in welcher der die Röhre erfüllende Tuff zu festem Gestein wurde, konnte es auch der auf den inneren Abhängen liegende werden, wenigstens zum Teil. Das was lose blieb oder verwitterte, wurde allmählich in den See hinabgespült und bildete dort Schichten. Das was fest blieb, rutschte in Stücken hinab und wurde von den Schichten eingeschlossen.

Die Annahme, dass sich nur einzelne Partien des Tuffes auf dem inneren Gehänge verfestigten, hat nichts Unnatürliches. Auch in Sanden finden wir auf solche Weise durch Quellen verfestigte Stellen, die zum Teil so fest sind, dass sie zu Mühlsteinquarzen gebrochen werden, während das Übrige loser Sand bleibt. Die Zapfen im tertiären Fohsande Oberschwabens, die Lössmännchen, die festen Stellen im weichen Löss sind auf gleiche Weise entstanden und von loser Masse umgeben geblieben. Ob das aber hier die richtige Erklärung ist, wer will das sagen?

Wiederum anders liegen die Dinge beim Götzenbrühl No. 87. Dort findet sich dunkler, fester Tuff in Stücken im loseren, helleren. Beide sind massig. Der dunkle steht im Innern des Hügels nahe dem Basalt an und scheint durch Kontaktwirkung fest und dunkel geworden zu sein. Der helle liegt aussen herum. Hier werden wir zu der Annahme zweier zeitlich verschiedenen Ausbrüche gedrängt. Es braucht hier jedoch nur eine ganz kurze Spanne Zeit zwischen beiden zu liegen. Mit dem ersten Ausbruche stieg zugleich auch der Basalt empor und verfestigte im Kontakte an einer Stelle den Tuff. Bei dem zweiten wurden von diesem hart und dunkel ge-

wordenen Tuffe Stücke losgerissen und in den weichen loseren eingebettet.

Ganz ebenso werden wir die Verhältnisse bei dem benachbarten Hohenbohl No. 86 erklären können, da sich dort auch ein Basaltgang findet. Dort liegen ebenfalls Stücke blaugrauen, festen Tuffes in hellerem, weicherem.

Unter den im ganzen rund 120 Tuffgängen finden wir also nur bei einer verschwindend kleinen Minderzahl, sieben, die Erscheinung, dass sich im Tuffe Einschlüsse von Tuffstücken anderer Art zeigen.

Wie bei Besprechung der Absonderungserscheinungen (S. 503), so ist auch hier hervorzuheben, dass bei den mit den unserigen so gleichartigen vulkanischen Bildungen Süd-Schottlands ebenfalls Stücke älteren Tuffes als Einschlüsse in dem, die Röhre erfüllenden jüngeren Tuffe erscheinen[1].

Schliesslich haben wir unter den Einschlüssen auch noch angeblicher Stücke von Kohle zu gedenken. Ich habe nie Derartiges gefunden, auch Deffner und Quenstedt berichten nie über solche Erfunde. Aber Schübler[2] erwähnt aus dem Tuffe des Karpfenbühl „Bruchstücke von glänzender Pechkohle". Da er des schlackigen Magneteisens nicht Erwähnung thut, so könnte man meinen, dass er vielleicht dieses mit seinen glänzenden Bruchflächen für glänzende Pechkohle gehalten habe. Dieselben Bruchstücke von „glänzender Pechkohle, welche man als Seltenheit in der übrigen Masse eingewachsen findet" will Schübler auch im Tuff des Jusi gefunden haben[3].

Auch Hehl[4] führt Pechkohle aus dem Basalttuff auf, jedoch ohne nähere Angabe des Fundortes. Da von Hehl ausserdem Magneteisen genannt wird, so scheint hier eine Verwechselung mit diesem ausgeschlossen. Ob er aber die Kohle selbst gesehen hat oder etwa nach Schübler berichtet, das vermag ich nicht zu erkennen[5].

---

[1] s. den späteren Abschnitt: „Vergleichung .... Gangförmig gelagerte Tuffe an anderen Orten der Erde."

[2] Der Karpfenbühl bei Dettingen unter Urach, ein Basalttuffelsen mit magnetischer Polarität. Württembergische Jahrbücher von Memminger. Stuttgart 1824. S. 163—170.

[3] Ebenda. S. 369.

[4] Die geognostischen Verhältnisse Württembergs. Stuttgart 1850. S. 12.

[5] Es sei anhangsweise noch zweier anderer derartiger Angaben gedacht, welche sich jedoch wohl nicht auf Funde im Tuff beziehen dürften.

Chr. Fr. Sattler (Topographische Geschichte des Herzogthum's Würtem-

An und für sich ist es sehr wohl denkbar, dass bei einem Ausbruche ein Baumstamm in den die Röhre erfüllenden Tuff geraten sein könnte. Namentlich in den Fällen, in welchen, wie die Einschlüsse von geschichtetem Tuffe in ungeschichtetem verraten (S. 512), zwei zeitlich von einander zu unterscheidende Ausbrüche aus derselben Röhre stattfanden. Hier konnte in dem ursprünglichen Maarkessel sich bereits eine Vegetation gebildet haben, welche bei dem zweiten Ausbruche im Tuffe eingebettet wurde. In den, den unserigen so gleichartigen Bildungen des südlichen Schottlands ist das sogar eine sehr häufige Erscheinung[1]. Bei uns aber fehlt dieselbe entweder ganz oder tritt doch nur als äusserste Ausnahme auf.

Die Mineralien, welche in unseren Tuffen vorkommen, bilden nur eine kleine Reihe: Magnesiaglimmer, Hornblende, seltener Augit, Olivin, schlackiges Magneteisen. Dazu sekundär gebildete Kalkspatkrystalle und zeolithische Substanz. Die Kalkspate kommen besonders bemerkenswert im Bölle bei Owen vor, von wo Leuze sie beschrieb[2].

Als ein sehr seltenes Mineral ist der Zirkon zu erwähnen, welches Deffner im Tuffe bei der Teckburg No. 34 fand[3]. Hehl[4] giebt auch Quarz an, jedoch ohne nähere Bezeichnung eines Fundortes. Dieser Quarz stammte vielleicht von zerfallenen Granitstücken her. Bemerkenswert ist es, dass im südlichen Schottland (s. die vorvorige Anm.) Quarz ein in den Tuffgängen ziemlich häufig auftretendes Mineral ist.

Ein polarer Magnetismus kommt sowohl bei unseren Tuffen als auch Basalten vor. An einem Stücke Basalttuff des Karpfenbühl No. 65 bei Dettingen hat Schübler mehrfache Pole beobachtet und nachgewiesen, dass sich an der südlichen Kante des Berges die Magnetnadel völlig umkehrte[5].

---

berg. Stuttgard. 1784. S. 387) sagt, dass man unter dem Teker-Berg (auf welchem die Tek-Burg steht) Gagat treffe. Hier handelt es sich anscheinend um Oberen Braun-Jura.

Sodann thut W. H. Korn in seiner Geographie Württembergs bei Beschreibung der Umgegend von Reutlingen den Ausspruch: „Der Kugelberg (s. sub No. 30 der Schuttmassen) hat Spuren von Steinkohlen, welche bisher bloss darum noch nicht gesucht worden sind, weil kein Holzmangel war.“ (Geographie und Statistik Wirtembergs. Theil I. 1787; Theil II. 1804. S. 388.)

[1] s. später „Vergleichung .... Gangförmig gelagerte Tuffe an anderen Orten der Erde“.

[2] Diese Jahresh. 1880. Jahrg. 36. S. 74—85 und 1882. Jahrg. 38. S. 95 pp.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 33.

[4] Die geognostischen Verhältnisse Württembergs. Stuttgart 1850. S. 12.

[5] Memminger, Jahrbücher der Vaterlandskunde Württembergs. 1824. S. 163—170 und Leonhard, Zeitschr. f. Mineralogie. 1825. Bd. I. S. 154—155.

Ausser SCHÜBLER hat auch ganz kurz SCHWARZ[1] darüber berichtet, er sagt das Folgende:

„Sehr merkwürdig ist die magnetische Polarität, welche diese Basaltbildung an einigen Punkten zeigt, nämlich am Calverbühl ganz ausgezeichnet (sein südlicher Abhang hat nördliche Polarität), und auch bei Linsenhofen.“ Das ist wohl SCHÜBLER entnommen. Letzterer beschreibt diese Erscheinung in der folgenden Weise: „Schon bei meinem ersten Besuch dieser Gegend bemerkte ich, dass die meisten Stücke dieses Basaltkonglomerats die Magnetnadel anzogen, bei weiterer Prüfung fand ich, dass auch einzelne der mitgenommenen Stücke polarisch auf die Magnetnadel wirkten. Bei einem folgenden Besuch dieser Gegend bemühte ich mich, die Stelle zu finden, wo dieser polarisch magnetische Basalttuff zu Tage ausgeht, und untersuchte zu diesem Zweck den ganzen Umfang des Berges; ich fand bei näherem Nachsuchen in der Mitte des gegen Süden gekehrten Abhangs des Berges eine Stelle, wo sich die Magnetnadel völlig umkehrte; die im ruhigen Zustand gegen Süden sehende Spitze der Magnetnadel kehrte sich immer mehr von der gewöhnlichen Richtung ab, je mehr ich mich einigen hervorstehenden Felsen dieser Seite des Berges näherte, und blieb zuletzt an der südlichen Kante einiger Felsen in völlig umgekehrter Richtung gegen Norden gekehrt stehen; die Hauptmasse dieser Felsen des südlichen Abhanges hat daher nördliche Polarität. — Werden an dieser Stelle des Berges Stücke abgeschlagen, so zeigt jedes einzelne Stück magnetische Polarität, während Bruchstücke von anderen Stellen des Berges gewöhnlich zwar gleichfalls auf die Magnetnadel etwas wirken, ohne jedoch Polarität zu besitzen. Die einzelnen Stücke der eben erwähnten Felsen zeigen gewöhnlich án der einen Hälfte Nordpole, an der anderen Südpole, wobei sich jedoch diese Verteilung der entgegengesetzten Pole nicht gerade nach der Längenrichtung der einzelnen Stücke richtet; platte, schieferige Stücke zeigen oft auf ihrer nach oben gekehrten Seite nördliche, auf ihrer nach unten liegenden Seite südliche Polarität; die meisten Stücke besitzen mehrere Nord- und Südpole zugleich, die oft in Ansehung der Intensität, mit der sie auf die Magnetnadel wirken, sehr verschieden sind. Oft besitzen Stücke, deren Oberfläche durch langes Liegen an der Luft schon sehr durch Verwitterung gelitten hat und die von einem sehr unscheinbaren Aussehen sind, gerade sehr starke Polarität. Zer-

[1] Reine natürliche Geographie von Württemberg. 1832. Stuttgart bei Ebner. S. 150.



schlägt man die einzelnen Stücke in kleinere, so erhält man an jedem wiederum wenigstens zwei entgegengesetzte Pole; diese Zerteilung lässt sich bis zur Grösse der Bruchstückchen von einigen Kubiklinien fortsetzen, ohne dass dadurch die magnetische Polarität verloren ginge, ob sie gleich bei den kleineren Stücken immer schwächer wird. — Schlägt man von diesen Felsen grössere Stücke ab, von $^1/_2$—1 Schuh Länge und Breite, und prüft die magnetische Polarität aller hervorragenden Ecken an der freischwebenden Magnetnadel, so zeigen sich in der Stellung der Pole gegen einander und der verschiedenen Stärke derselben viele Verschiedenheiten, ohne dass sich eine bestimmte Ordnung bemerken lässt; von einzelnen Stellen wird der Nordpol nur mit geringer Kraft zurückgestossen, während andere Stellen den Südpol stark zurückstossen (starke südliche Polarität besitzen), ohne deswegen den Nordpol der Nadel in entsprechender Stärke anzuziehen; andere Stellen zeigen das Zurückstossen und Anziehen in entsprechender Stärke, als Seltenheit finden sich auch einzelne Stellen, welche sowohl den Nordpol als auch den Südpol der Nadel anziehen, während auch zuweilen andere Stellen ohne alle Wirkung auf die Magnetnadel sind. Es erklären sich diese Erscheinungen aus der verschiedenartigen Zusammensetzung dieser Gebirgsart, deren Gemengteile zugleich eine sehr verschiedene Grösse besitzen, und sich in ihrer Wirkung auf die Magnetnadel bald stören, bald unterstützen; die eingewachsenen Bruchstücke von Kalk, welche rein herausgeschlagen gar keine Wirkung auf die Magnetnadel besitzen, wechseln in ihrer Grösse von einigen Kubiklinien bis zur Grösse von mehreren Kubikzollen und selbst ganzen Kubikschuhen.

Diejenigen Stücke dieser Gebirgsart, welche nur schwache Polarität besitzen, äussern auf feine Eisenfeile noch keine Anziehung, diejenigen, welche jedoch starke Polarität besitzen und die Magnetnadel schon in der Entfernung von $1—1^1/_2$ Zoll anziehen, äussern auch auf feine Eisenfeile Anziehung; bei Berührung mit derselben hängen sich diese an einzelnen Stellen in Form eines feinen Barts an, sie verhalten sich daher als wirkliche, natürliche Magnete; wird die Gebirgsart pulverisiert, so erhält man ein graues Pulver, welches sich an künstliche Magnete gleichfalls in Form eines wolligen Barts anlegt. Das specifische Gewicht der polarmagnetischen Stücke ist geringer als das des Basalts, es wechselt meist zwischen 2,4—2,6 und 2,7, wenn das Gewicht des Wassers = 1 gesetzt wird."

Weder QUENSTEDT noch mir gelang es, die Stelle wieder zu finden, an welcher sich die Magnetnadel umkehrt. Es muss dort

wohl zufällig an einer nun bereits abgetragenen kleinen Stelle sehr viel Magneteisen im Tuffe gelegen haben. Das kann ja leicht vorkommen[1].

Leuze erwähnt ein Tuffstück aus dem Basalt von Urach, welches nicht weniger als 3 positive und 3 negative Pole zeigte[2].

Die **Festigkeit** des Tuffes. Alle die obengenannten Gesteinsstücke sind mit den feinen Aschenteilen nun zu einer mehr oder weniger festen Masse zusammengebacken. Im Innern der Tuffgänge ist dieselbe wohl stets sehr fest; daher widerstehen auch die Tuffe besser der Verwitterung als der Jura und ragen als Säulen und Nadeln, Konradsfels No. 47, Ulmereberstetten No. 61, oder als Kegelberge aus ihrer Umgebung auf[3]. Äusserlich aber pflegt der Tuff zu einer losen Masse zu zerfallen. Offenbar erlangt er damit nur die Beschaffenheit wieder, welche er ursprünglich bei seiner Entstehung gehabt hat.

Die Entstehung der Festigkeit des Tuffes. Zweifellos ist die frühere Beschaffenheit unserer Tuffe hinsichtlich ihrer Festigkeit eine andere gewesen als ihre heutige.

Unsere Tuffe wurden ausgeworfen in Gestalt loser Aschen und zerschmetterter Gesteinsmassen. Sie waren ursprünglich locker. Jetzt sind sie steinhart und zerfallen nur durch Verwitterung an ihrer Oberfläche wieder zu einer lockeren Masse. Sie können mithin diese Härte nur durch spätere Umwandlungen erlangt haben.

Auf welche Weise, das wollen wir nun untersuchen.

Es wäre sehr voreilig, wenn man die Härte unserer Tuffe als Beweis einer ursprünglich wässerigen Entstehungsweise ansehen wollte. Sei es, dass sie als Schlammtuff gebildet wären, sei es, dass sie in einem Wasser sich abgesetzt hätten. Auf der einen Seite giebt uns die lockere Beschaffenheit mancher zweifellos im Wasser abgesetzter Schichtgesteine den Anhalt dafür, dass Bildung durch Absatz aus Wasser nicht notwendig eine spätere Festigkeit des Gesteines im Gefolge haben muss. Eine solche weiche Beschaffenheit zeigt sich ja nicht nur bei manchen sandigen, thonigen und selbst

---

[1] Breislak (Physische und lithologische Reisen durch Campanien etc. Ins Deutsche übertragen von Ambros Reuss. Leipzig 1802. Teil I. S. 17) erwähnt einen Tuff von Segni, „welcher mit einer so starken magnetischen Polarität begabt ist, dass sie sich schon in der Entfernung von 6 Zollen äussert.“

[2] Schwäbischer Merkur 1886. S. 779.

[3] Man unterschätze aber hierbei nicht die Wirkung des Schuttmantels (s. später „Die Erosionsreihe der Maare und ihrer Tuffgänge“).



kalkhaltigen Gesteinen jüngeren Alters, sondern unter Umständen auch bei sehr alten, wie z. B. dem weichen Thone des Cambrium von Petersburg. Auf der anderen Seite aber liefern uns auch in manchen Gegenden gewisse harte vulkanische Tuffe von subaërischer Entstehung den Beweis, dass auch ohne Absatz im Wasser bei der Entstehung ein loses Gestein sich später verfestigen kann. So weist DATHE[1] nach, dass die, wegen ihrer festen Beschaffenheit früher für ein massiges Gestein gehaltenen Konglomeratporphyre von Waldenburg in Schlesien, in Wirklichkeit nichts anderes als einstige Tuffe seien, welche ursprünglich in loser Form als Asche, Sand, Lapilli und Bomben herausgeblasen wurden. Dass sich dieselben im Wasser abgesetzt hätten, ist wohl nicht die Ansicht DATHE's, da er derselben sonst Ausdruck gegeben haben würde. Auch die Schichtung dieser Porphyrtuffe, wie überhaupt aller Tuffe, braucht nicht notwendig ein Beweis für subaquatische Bildung derselben zu sein (s. S. 501).

Wenn nun auch die feste Beschaffenheit, welche unser Tuff an vielen Stellen besitzt, nicht zu der Annahme zu führen braucht, dass Wasser ursprünglich bei ihrer Bildung mitgewirkt habe, so werden wir diese Festigkeit dennoch, wie anfangs bereits angedeutet, nur durch Einwirkung von Wasser erklären können. Aber erst durch eine spätere Einwirkung desselben.

Für die grosse Festigkeit eines Tuffes wie irgend eines Sedimentärgesteines dürfte überhaupt die ursprüngliche Mitwirkung des Wassers bei seiner Bildung von geringerem Werte sein. Sei es, dass vulkanische Aschen als durchwässerter Schlammtuff den Krater verlassen, sei es, dass sie als trockene Masse in ein Wasserbecken fallen — stets wird das Wasser ursprünglich höchstens den Erfolg haben können, dass die Teilchen sich fester aneinander lagern, indem die Zwischenräume zwischen den grösseren Teilchen durch kleinere ausgefüllt werden. Damit aber ist zuvörderst nur ein sehr geringes Mass von Festigkeit erzielt. Bei einem Schlammtuffstrome wird dieses Wasser sogar bald ganz verdampfen.

Erst die spätere chemische Wirkung des den Tuff dauernd durchtränkenden Wassers kann eine stärkere Verfestigung herbeiführen, indem es einerseits Stoffe löst, anderseits gelöste wieder abscheidet, welche nun ein Cement bilden. Für diese spätere Wirkung aber ist es ziemlich gleichgültig, ob auch bereits ursprünglich, bei

---

[1] Geologische Beschreibung von Salzbrunn. Abhandl. K. Preuss. geolog. Landesanstalt. Berlin 1892. S. 143.



der ersten Ablagerung des Tuffes, Wasser vorhanden war oder nicht. Fehlt dieses spätere dauernde Wasser, so wird der Tuff nie sehr fest werden; stellt es sich ein, so wird das geschehen können.

Ein wenig allerdings wird auch das ursprüngliche Wasser dem späteren vorzuarbeiten vermögen. Nehmen wir eine lose, trockene, also subaërische vulkanische Aschenablagerung an. Diese verhält sich zunächst dem Regenwasser gegenüber wie ein Sandboden. Je nach der gröberen oder feineren Korngrösse wird sie das atmosphärische Wasser mehr oder weniger schnell hindurchfliessen lassen, und nur ganz feinkörnige Tuffe werden von Anfang an eine stärkere wasserhaltende Kraft besitzen, denn diese hängt von der Korngrösse ab. Erst indem das die Masse durchtränkende Wasser mehr und mehr die feinsten Teilchen des Tuffes in die Zwischenräume der grösseren spült, wird die wasserhaltende Kraft des Gesteines allmählich sich heben. Diese Arbeit kann nun allerdings bei ursprünglich wässeriger Entstehung des Tuffes gleich von diesem ersten Bildungswasser geleistet werden. Aher man sieht, die ganze Wirkung des letzteren beschränkt sich hier darauf, die an sich zu lockere, Wasser durchlassende Asche gleich in einem solchen physikalischen Zustande abzulagern, dass sie wasserhaltender wird.

So hat also Tuff von ursprünglich wässeriger Entstehung, d. h. subaërischer Schlammtuff (s. später) und subaquatischer Tuff, in dieser Hinsicht nur einen gewissen Vorsprung gegenüber dem trocken abgelagerten. Das ist aber auch alles. Wirkliche Festigkeit kann ein Tuff in jedem Falle nur durch chemische Einwirkung später hinzutretenden Wassers erlangen. Die bisweilen bedeutende Festigkeit unserer Tuffe der Gruppe von Urach liefert daher gar keinen Anhaltspunkt für die Annahme, dass dieselben in Gestalt durchwässerter Massen entstanden sein müssten.

Das hat aber natürlich nicht nur Gültigkeit für unsere, sondern für alle vulkanischen Tuffe, wie überhaupt für alle im Wasser gebildeten Gesteine. Erst allmähliche Einwirkung von Wasser cementiert dieselben; gleichviel, ob dieses Wasser durch dauerndes Verbleiben der Sinkstoffe unter dem Wasserspiegel oder, nach Trockenlegung, durch atmosphärische Niederschläge herbeigeschafft wird. Bei Sedimentgesteinen kann dann der Druck auflastender Massen noch verstärkend einwirken.

Wir haben gesehen, dass die Wirkung des Wassers nicht nur auf subaquatischen, sondern auch auf subaërischen Tuff eine zwie-

fache, zeitlich getrennte ist: erst macht das Wasser die allzu durchlassende Ablagerung undurchlassender, und dann beginnt in stärkerem Masse die chemische Arbeit des Wassers. Es lässt sich auf diese Weise die auffallende Thatsache erklären, dass in einer scheinbar ursprünglich ganz gleichartig gewesenen Ablagerung subaërischer, vulkanischer Tuffe, sich später einzelne feste Schichten in der übrigen lose gebliebenen Masse gebildet haben; oder aber, dass in der später festgewordenen Hauptmasse einzelne lose Schichten verblieben sind. Derartiges erzeugt in dem Beobachter die Vorstellung, dass hier eine durch ursprüngliche Ablagerung unter Wasser entstandene Schichtung vorliege; während man doch in Wirklichkeit nur einen subaërisch gebildeten Tuff vor sich hat, dessen schwache, durch den allmählichen Absatz aus der Luft erfolgte Schichtung erst nachträglich mehr in die Augen fallend geworden ist. Die Korngrösse der auf einen bestimmten Punkt niederfallenden, vulkanischen, losen Massen hängt zwar im allgemeinen von der Entfernung des betreffenden Punktes von der Ausbruchsstelle ab. Allein je nach der Heftigkeit der aufeinander folgenden Explosionen und je nach der Richtung und Stärke des Windes kann auf einer und derselben Stelle über die bisherigen feineren Aschenmassen auch einmal gröberes Material ausgebreitet werden. Während erstere, weil wasserhaltender, sich dann allmählich zu einem festeren Gestein verfestigen, bleibt letzteres eine losere Zwischenschicht. Umgekehrt kann aber auch über etwas weniger feinkörnige Aschenmassen einmal sehr feine Asche ausgebreitet werden. Diese letztere wird dann von den, die Ablagerung später durchtränkenden meteorischen Wassern in die nächsttiefere Schicht der gröberen Masse hinabgespült, füllt hier die Zwischenräume zwischen den gröberen Körnern aus und macht die betreffende Schicht auf solche Weise mehr und mehr wasserhaltend. Jetzt kann sich in dieser die chemische Wirkung des Wassers gut bethätigen, es wird in ihr Cement ausgeschieden, sie wird fest, wogegen die unterlagernden und später übergelagerten weniger feinen Massen durchlassend und damit loser verbleiben. Wiederholen sich diese Vorgänge, so haben wir im ersteren Falle lose Zwischenschichten in einer festeren Tuffmasse; im letzteren aber feste Zwischenschichten in einer loseren. Beide Fälle treffen wir auch in unseren Tuffen, denn nicht stets sind dieselben fest.

So braucht also das Auftreten festerer Schichten im weicheren Tuffe und umgekehrt durchaus nicht notwendig einen Absatz der Massen im Wasser zu be-

weisen; es kann vielmehr auch allein durch spätere Einwirkung von Wasser hervorgerufen sein.

Dass die Korngrösse des Tuffes nun auch wirklich eine solche Rolle spielt, geht aus den folgenden Thatsachen hervor.

Die wasserhaltende Kraft irgend eines Bodens, oder irgend einer in der Tiefe liegenden Schicht hängt ab von der Grösse der Boden- oder Gesteinsteilchen. Je grösser diese sind, desto grösser sind die Hohlräume zwischen den Teilchen, desto schneller also sinkt das Wasser durch die betreffende Schicht hindurch. Je feinkörniger diese ist, desto zahlreicher werden die feinen Haarröhrchen in derselben, desto länger also hält sie das Wasser fest.

Aber nicht nur ein Festhalten des von oben her einsickernden Wassers findet statt, sondern auch ein Aufsaugen der in der nächsttieferen Schicht befindlichen Feuchtigkeit. Eine grobkörnige Schicht hat diese Fähigkeit, das Wasser aus der Tiefe in die Höhe zu heben, nur in geringem Masse. Einer feinkörnigen dagegen kommt es in hohem Masse zu. Sehr klar wird das veranschaulicht durch die Versuche, welche v. KLENZE angestellt hat[1]. Er füllte Quarzsand von verschiedener Korngrösse in 1 m hohe Glasröhren, welche unten mit einem Siebe verschlossen waren. Mit diesem Ende wurden sie in Wasser gestellt und nun beobachtet, binnen welcher Zeit und bis zu welcher Höhe das Wasser in den verschiedenen Sanden aufgesaugt wurde. Es ergab sich hier das Folgende:

Durchmesser der Sandkörnchen	Höhe der Hebung des Wassers in 4 Tagen	9 Tagen	26 Tagen
4 mm	—	3,8 cm	—
2,50 „	—	7,4 „	—
0,74 „	—	11,4 „	—
0,30 „	41,5 cm	—	48,5 cm
Staubfein	96,0 „	—	—

In dem staubartig feinen Sande war das Wasser also nach vier Tagen bereits fast 1 m hoch aufgestiegen! So vereinigen sich also in einer sehr feinkörnigen Schicht die das Wasser festhaltende Kraft mit der das Wasser aus tieferen Schichten immer wieder aufsaugenden.

Denkt man sich nun ein System übereinanderliegender Schichten, in unserem Sonderfalle von vulkanischen Aschen- und Lapillischichten, welche verschiedene Korngrösse besitzen, so werden in diesem Systeme die feinkörnigeren Schichten stets in höherem Grade durchfeuchtet sein als die grobkörnigeren. Da es sich hierbei stets um Wasser

[1] Vergl. Württemberg. Wochenblatt f. Landwirtschaft. 1886. No. 31.

handelt, in welchem Stoffe gelöst sind, so wird in den feinkörnigeren Schichten, durch gegenseitige Einwirkung der Lösungen aufeinander, eine stärkere Ausfüllung gelöster Stoffe sich vollziehen als in den grobkörnigeren. Es wird also in den ersteren eine stärkere und schnellere Bildung von Cement erfolgen als in den letzteren.

In einem Schichtensysteme, welches ursprünglich nur aus losem Materiale bestand, kann daher nach einem gewissen Zeitraume ein Teil der Schichten, die feinkörnigeren, fest geworden sein, während der andere, die grobkörnigeren, lose blieb.

Dass unsere Tuffe tiefgreifenden Veränderungen ausgesetzt gewesen sein müssen, liegt auf der Hand. Gegenwärtig bilden auf der so wasserarmen Hochfläche der Alb gerade die mit Tuff erfüllten Ausbruchskanäle die wasserhaltenden Stellen, d. h. sie lassen das Wasser nicht hindurch. Früher war das Umgekehrte der Fall: In den mit losen Massen erfüllten Ausbruchsröhren versank das Wasser, ähnlich wie heute in den Erdfällen, nur sehr viel langsamer wegen ihrer Tufffüllung. Ungemein lange Zeiten hindurch sind daher diese Tuffcylinder mit Wasser durchtränkt gewesen. Die Tuffmasse selbst aber bestand nicht aus einem festen, daher schwer angreifbaren Gesteine, sondern aus zahllosen Aschenteilchen in feinster Verteilung und aus zahllosen, zum grossen Teile kleinen Bruchstücken verschiedenster fremdartiger Gesteine. Gegenüber dem so fein verteilten Stoffe hatte die lösende Eigenschaft des Wassers leichtes Spiel. Das aber um so mehr, als im Anfange durch die aufgestiegenen und wohl noch einige Zeit nachher aufsteigenden Gase das Wasser eine stark saure Beschaffenheit erlangen musste, und als ja zahllose, leicht lösbare Kalkstücke im Tuffe verteilt waren, deren Lösung wiederum das Wasser zum Austausche mit anderen gelösten Stoffen befähigte. Bricht sich nun mehr und mehr die Überzeugung Bahn, dass nicht nur viele Eruptivgesteine hohen Alters, sondern auch häufig bereits solche tertiären Alters starke Veränderungen erlitten haben bis sie zu demjenigen wurden, was sie augenblicklich sind[1], so wird das, was man bei so festen widerstandsfähigen Gesteinen nachgewiesen hat, um so viel mehr und schneller sich bei losen Auswurfsmassen vollziehen müssen. In erster Linie muss natürlich der leichtlösliche Kalk eine Rolle gespielt haben, indem er sich löste und dann wieder ausschied. Demnächst haben sich zeolithische Substanzen ausgeschieden, von welchen die Zwischenräume des Tuffes sehr oft erfüllt sind.

[1] A. Sauer, Porphyrstudien. Mitteil. der Grossh. Badischen geologischen Landesanstalt II. Bd. XXII. 1893. S. 802 pp.

Der **Schuttmantel** unserer Tuffberge bildet eine ganz eigenartige Erscheinung. Man denke sich im Vorlande der Alb zahlreiche aus Lias- oder Braun-Jura-Gebiet hervorragende kegelförmige Tuffberge, und fast jeden derselben bedeckt mit einer Kappe von Weiss-Juraschutt oder umgeben von einem Mantel aus solchem.

Sehr anschaulich schildert uns QUENSTEDT[1] diese merkwürdigen Verhältnisse, indem er ungefähr folgendes ausführt: Schauen wir von der auf dem Nordrande der Alb liegenden Ruine Neuffen aus — sie liegt 2300 Fuss hoch auf Weissem Jura — nach Norden, so erblicken wir als fernsten Tuffpunkt den Geigersbühl, nordöstlich von Gross-Bettlingen. Auf dem Gipfel desselben liegen unmittelbar auf Braun-Jura α grosse Blöcke von Weiss-Jura γ mit *Rhynchonella lacunosa*, obgleich sein Gipfel doch 1100 Fuss tiefer liegt, als diese Schichten hier oben, wo wir uns befinden, anstehen. Mehr der Alb genähert, sehen wir dieselbe Erscheinung wieder am Grafenberg; nur dass der mit den mächtigen Weiss-Jurablöcken gekrönte Tuff hier auf oberem Braun-Jura α und auf β aufliegt und etwa 150 Fuss höher aufsteigt als am Geigersbühl. Noch weiter südlich, abermals näher der Alb zu, ragt der Tuffkegel des Floriansberges bereits aus Braunem Jura β und γ auf. Seine Kappe von Kalkblöcken liegt schon 400 Fuss höher als diejenige des Geigersbühl. Endlich gelangen wir, abermals der Alb mehr genähert, zum Jusiberge, dessen Tuffmasse sich auf Braunem Jura ε und ζ aufbaut. Hier liegen auf dem Rücken desselben die Kalkblöcke bereits um 890 Fuss höher als auf dem Geigersbühl. „Warum müssen nur alle unsere Tuffberge diese Kappe von Weiss-Jurablöcken tragen, die anderen Berge aber nicht?"

Wir wollen nun diesen Schuttmantel etwas eingehender kennzeichnen. Wie ein Kuchen durch einen Überguss von Zucker, so sind unsere Tuffberge durch einen Überguss von Weiss-Juraschutt verhüllt und mantelförmig umgeben. Oben auf dem Gipfel bildet er eine mächtige Kappe, aus welcher riesige Blöcke und Gebirgsfetzen herausschauen; ringsum auf den Flanken breitet er sich in gleicher Weise aus. So kann er den Tuff gänzlich unseren Blicken entziehen. Meist aber ist dieser Mantel wenigstens an einzelnen Stellen dünn und fadenscheinig geworden, so dass der Tuff nun durch denselben hindurchschimmert oder wie durch ein Loch im Mantel herausschaut. Oder letzterer ist bereits von einer Flanke ganz abgespült, so dass

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1842. S. 308.



an dieser der Tuff völlig freigelegt zu Tage tritt. Oder dies ist gar an mehreren Flanken des Berges der Fall, so dass nur noch der Gipfel mit einer Kappe bedeckt ist. Oder es ist endlich auch diese bereits entfernt und der Tuff tritt nun ganz unverhüllt ans Tageslicht. Immer aber ist er wohl sicher einst vorhanden gewesen.

Untersuchen wir diesen Schuttmantel, so finden wir, dass er vorwiegend aus den harten Kalken des Weiss-Jura besteht; besonders sind β, δ und ε vertreten. Aber es finden sich auch die thonigen α- und γ-Schichten. Teils sind es kleine Stücke, teils ganz riesige Fetzen und Blöcke. Zu solcher Grösse können diese anschwellen, dass es Gebirgsteile sind, die man für anstehend halten möchte; aber das ist unmöglich, denn sie befinden sich stets in einem tieferen Niveau, als ihnen im anstehenden Zustande zukommt; dazu sind sie häufig stark geneigt oder auf dem Kopfe stehend. So gross und massenhaft liegen sie beisammen, dass Steinbruchsbetrieb in ihnen eröffnet wird. Alle diese verschiedenen Schichten liegen häufig bunt durcheinander gewürfelt und bilden oft eine ganz fest gepackte Masse von ansehnlicher Dicke.

Besonders im letzteren Falle macht dieser Schutthaufen durch seine feste Packung den Eindruck, als wenn er ein Gebilde von Gletschern, eine Grundmoräne sei. Aber das ist ganz unmöglich. Weder Glättung noch Schrammung zeigt sich; und welcher Gletscher sollte wohl, einem vernunftbegabten Wesen gleich, seine Moräne immer nur mantelförmig um Tuffberge gebreitet haben? Auch durch Wasser angeschwemmt kann die Schuttmasse nicht sein; wir würden hier ganz dieselbe Frage thun können[1]. Die Blöcke sind auch z. T. viel zu gross für letztere Annahme. Vor allem aber spricht gegen beides noch ein weiterer bemerkenswerter Umstand:

Unsere Tuffberge bestehen in der Regel nicht von oben bis unten aus vulkanischem Gestein. Vielmehr ist der Sockel des Berges, oft weit bis über die Hälfte der Höhe hinauf, aus Sedimentärgestein, meist Braun-Jura, doch auch Lias, aufgebaut; und erst der Gipfel besteht aus Tuff. Stets ist dann der aus Weiss-Juraschutt gebildete Mantel auf den letzteren beschränkt; er umhüllt also nicht zugleich auch den Jura-Sockel des Berges; höchstens ist er auf dessen obersten Teil etwas herabgerutscht.

Diese stete Verbindung des Tuffes, und immer nur allein des Tuffes, mit dem Schuttmantel, muss notgedrungen in dem Beobachter

---

[1] Vergl. später den Abschnitt: „Die Entstehung der Tuffe."



die Vorstellung erwecken, dass beide in dem Verhältnisse von Ursache und Wirkung zu einander stehen; und leicht wird man die Lösung gefunden zu haben glauben in dem folgenden Gedankengange: Der Mantel ist nur entstanden durch eine allmähliche Anreicherung der im Tuffe steckenden Weiss-Jurabrocken. Der feinkörnige eigentliche Tuff wurde im Laufe langer Zeit von der Oberfläche abgespült und die groben Einschlüsse von Weiss-Jura blieben liegen, bis sie zuletzt eine völlig tufffreie Decke auf dem Tuffe bildeten.

So einfach und darum überzeugend diese Ansicht ist, so erweist sie sich doch als unhaltbar. Im Tuffe liegen ja nicht nur Weiss-Jurastücke, sondern auch zahllose von Braun-Jura. Warum sind denn diese nicht auch liegen geblieben und haben sich angereichert? Warum ist der Mantel immer nur hellfarbig von den Kalken des Weissen Jura, und nicht auch dunkel von den Gesteinen des Braunen? Im Tuffe liegen ferner auch sehr viele durch die Hitze dunkel rauchgrau oder rot gewordene Weiss-Jura-Kalke. Warum findet man diese, besonders die dunklen, fast nie im Schuttmantel? Freilich liegen hier und da auch Stücke von Bohnerzthon im Mantel. Aber diese reden zu uns nur dieselbe Sprache; denn das Bohnerz steckt ja in den Spalten des Weiss-Jura, gehört also in diesem gewissen Sinne zu ihm. Allerdings auch, und das könnte abermals irre führen, finden sich dann und wann andere Gesteinsstücke in dem Mantel, wie z. B. roter Keuper-Thon, ein Stück Tuff und dergleichen. Aber diese Stücke gehören dann wohl nicht zu dem ursprünglichen Mantel, sondern sie sind durch das allmähliche Abrutschen desselben in ein immer tieferes Niveau, und so erst später aus dem Tuffe in denselben gelangt.

Sehen wir daher von solchen Vorkommnissen ab, so bleibt zu Recht bestehen als Kennzeichen des Mantels, dass er aus Weis-Jurafetzen besteht. Ist nun diese merkwürdige Thatsache nicht durch Anreicherung zu erklären, so wird man sie ebensowenig durch die Annahme aufhellen können, dass bei dem Ausbruche der Weiss-Jura als die oberste Lage des durchbrochenen Schichtgebirges hochgeschleudert worden und dann auf den Tuff herabgestürzt sei. Aus diesen hochgeschleuderten Massen stammen die im Tuffe sitzenden Stücke, aber nicht die des Mantels. Einmal müssten, wie wir sahen, in diesem Falle doch sehr viel mehr und der Regel nach andere Gesteine, die ebenfalls ausgeblasen wurden, in diesen Weiss-Jura-Schutt gelangt sein. Zweitens aber könnte diese Masse dann nur eine Kappe oben auf dem Kopfe des saiger stehenden Tuffganges bilden;

nicht auch denselben später, wenn er z. B. im Braun-Juragebiete einen Kegel bildet, ringsum auf den Flanken mantelfömig umgeben. Endlich müsste durch den Sturz aus der Luft alles zerschmettert sein, während sich meist ganz feste, unversehrte Blöcke finden.

So bleibt denn als Lösung dieses Rätsels nur die folgende: Zur Zeit der Ausbrüche dehnte sich die Alb mindestens noch über das ganze Vorland der Alb aus, auf welchem wir heute Tuffe finden. Also bis in die Nähe von Stuttgart. Dieser Körper der Alb wurde von Ausbruchskanälen durchbohrt, die sich mit den geschilderten Tuffbreccien anfüllten. Mehr und mehr wurde die Alb durch senkrecht von oben nach unten gehende Schnitte abgetragen (s. vorne S. 20), so dass ihr NW.-Rand gegen S. zurückwich. Die harten widerstandsfähigeren Tuffgänge wurden auf solche Weise mehr und mehr aus ihrer Umhüllung, dem Nebengestein, in welchem sie aufsetzen, herausgearbeitet. Nun stelle man sich den Zeitpunkt vor, in welchem die Abschälung des Nebengesteines, also des Weissen Jura, der uns hier allein beschäftigt, so weit vorangeschritten war, wie wir das bei den am Steilabfall der Alb angeschnittenen Maaren, bezw. Tuffgängen derselben sehen. Ich will als Beispiel auf die beiden Maare bei der Diepoldsburg No. 40 und dem Engelhof No. 41 verweisen; Fig. 13 s. vorne S. 240. Die nach aussen gelegene Kalkwand wird entfernt, der Tuff hier freigelegt, die nach innen, albwärts gelegenen Teile bleiben noch stehen. Damit beginnt eine Thalbildung sich zu vollziehen und aller Kalkschutt der abbröckelnden Wände wird in das Thal, d. h. auf den Tuff hinabgespült oder fällt von selbst in gewaltigen Fetzen hinab. Dort liegt er auf dem Kopfe der Tuffsäule. Dieselbe wird im Laufe der Zeiten auch an der inneren, nach der Alb zu gelegenen Seite von dieser getrennt, indem der Steilabfall der Alb zurückweicht (s. vorne S. 50). Endlich ist der Kopf des Tuffganges ringsherum freigelegt; aber er ist bedeckt von jener Schuttmasse aus Weiss-Jura-Kalk, welche auf ihn hinabgestürzt und gespült ist. Rings um den harten, zudem durch die harte Kalk-Kappe geschützten Tuffgang werden die thonigen Braun-Jura-Schichten weggefressen. Es entsteht ein Berg, dessen Sockel durch Braun-Jura-Thon, dessen Gipfel durch den kalkbedeckten Tuff gebildet wird.

Aber auch die Tuffsäule verfällt der Abtragung, wird daher mehr und mehr erniedrigt, wobei sie sich zum kegelförmigen Berge zuspitzt und zugleich sich jenen Mantel von Weiss-Juraschutt erwirbt. Im selben Masse aber, als sich die Höhe des Tuffkegels infolge der

Abtragung erniedrigte, sank auch seine Schuttdecke in immer tieferes Niveau hinab. Dadurch kamen die Fetzen des Weiss-Jura vollends in unregelmässige Reihenfolge, wurden bisweilen zerkleinert, rutschten durcheinander, senkten sich, so dass zusammenhängende Schichtenfetzen, die ursprünglich wagerecht anstanden, jetzt auf dem Kopfe stehen. Auf solche Weise entstand die Weiss-Jurahülle, welche unsere Tuffe als Kappe auf dem Gipfel und als Mantel auf den Flanken umhüllt. Ein wirres Durcheinander musste sich häufig ergeben.

Die Probe, ob diese Darstellung wirklich das Richtige trifft, lässt sich leicht machen. Der Schuttmantel ist, wie gesagt, nicht bei allen unseren Tuffgängen vorhanden. Er tritt vielmehr in allen Stadien der Vollkommenheit auf. Hier ist er ringsum entwickelt, so dass er den Tuff ganz oder fast ganz verhüllt; dort fehlt er an einer Flanke des vulkanischen Kegels, da fehlt er auf allen Flanken und zeigt sich nur als Kappe oben auf dem Gipfel desselben; an anderen Stellen fehlt selbst letztere, so dass gar kein Schuttmantel vorhanden ist.

Woher kommt dieses unregelmässige Verhalten? Ich meine aus zwei Gründen: Einmal mögen die letzten Reste des Weiss-Jura, als sie rings von dem Tuffgange abgeschält wurden, in manchen Fällen sich wenig nach innen, also auf den Tuff gesenkt haben, sondern fast nur nach aussen abgestürzt sein. In diesem Falle lag natürlich von Anfang an nur wenig Schutt auf dem Tuffe. Zweitens aber und vor allem unterlag schliesslich auch der Schuttmantel der Abtragung. Jene oben unterschiedenen Stadien der Vollkommenheit sind daher zum Teil nur Stadien seiner Abtragung. Daher fehlt er denn auch vorwiegend gerade den am meisten nach N. gelegenen Tuffgängen, welche bereits aus dem Lias herausschauen, also schon am längsten der Abtragung ausgesetzt sind[1].

Nun die Probe: Wenn der Schuttmantel aus einer Anreicherung der im Tuffe selbst liegenden Weiss-Jurabrocken hervorgegangen wäre, müsste er sich ausnahmslos auf allen unseren Tuffgängen finden, denn alle enthalten Weiss-Jurabrocken. Das ist nicht der Fall. Er

[1] Übrigens sind hier, in dem meist aus thonigen Schichten bestehenden Vorlande der Alb die harten Weiss-Jurasteine wohl vielfach schon seit Jahrhunderten auch künstlich entfernt worden. Teils weil sie dem Ackerbau hinderlich waren, teils weil man sie zur Strassenbeschotterung verwendete: Genau derselbe Grund, welcher im diluvialen, mit erratischen Gesteinsstücken übersätem Gelände diese Blöcke allmählich verschwinden macht.

müsste sich ferner unaufhörlich aufs neue bilden, da ja die Tuffgänge stetig abgetragen werden. Davon sieht man nichts. Er dürfte drittens nicht so häufig aus so gewaltigen Weiss-Jurafetzen bestehen; denn diese finden sich nur ganz ausnahmsweise im anstehenden Tuff selbst. Er müsste viertens gerade bei den am meisten gegen N. liegenden, also am stärksten, weil am längsten abgetragenen Tiefpunkten, allmählich dicker geworden sein, als bei den südlicher gelegenen; denn bei ersteren hätte ja die Anreicherung bereits viel längere Zeit gewährt. Gerade umgekehrt fehlt er in der Regel gänzlich bei den am meisten nördlich vorgeschobenen Tuffmassen. Endlich aber müsste sich bei allen Tuffablagerungen der Erde, welche eine durch beigemengte Fremdgesteine hervorgerufene Breccienstruktur besitzen, allmählich durch Verwitterung, Abspülung der feinen Teile und Anreicherung der groben, eine solche Schuttdecke herausgebildet haben, welche sie verhüllt. Namentlich bei den Peperinen Italiens, deren Brecciennatur ja in gleicher Weise vielfach durch beigemengte weisse Kalksteine hervorgerufen wird, müsste sich eine Schuttdecke gebildet haben, welche ganz derjenigen unserer Tuffe gleicht. Ich habe aber nichts Derartiges beobachtet, obgleich ich gerade ein derartiges Vulkangebiet mit Kalkstein-Peperinen kartiert habe[1].

Ich will durchaus nicht bestreiten, dass auch eine Anreicherung der Kalkstücke, durch Abspülung des Tuffes, stattfinden kann und dass dann eine geringe Beimischung dieser Kalkstücke zu denen des Mantels erfolgen mag — aber das Gewicht der oben angeführten Gründe scheint mir so erdrückend, dass gewiss eine solche Entstehung des Schuttmantels durch Anreicherung vollständig in den Hintergrund treten muss gegenüber derjenigen durch Abtragung der Alb.

Man denke auch nicht, die Lösung etwa in der folgenden Weise finden zu können: In der Eifel haben wir gleichfalls Tuffbreccien, welche ganz wie bei uns zahlreiche Bruchstücke der durchbrochenen Schichten enthalten. Nun können letztere dort weniger oder mehr zahlreich sein; ja sie können sich so steigern, dass man vom Tuffe kaum etwas sieht und „leicht eine Täuschung eintreten und der Tuff verkannt werden“ kann[2]. Diese Erscheinung darf nicht etwa mit

[1] Die Vulkane des Hernikerlandes bei Frosinone in Mittelitalien. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1877. S. 561—590. Tafel VII.

[2] H. v. Dechen, Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vorder-Eifel. Bonn 1861. S. 252—253, 30 pp.

unserem Schuttmantel verwechselt werden. Dort in der Eifel hat man eine vulkanische Tuffbreccie, welche fast nur aus zerschmettertem durchbrochenem Gesteine besteht. Hier bei Urach liegt eine Hülle, bestehend aus z. T. riesigen Weiss-Jura-Blöcken und feinerem Schutte oben auf der Tuffbreccie.

Ist meine Erklärung von der Entstehung des Schuttmantels unserer Tuffgänge die richtige, so muss sie, wie gesagt, am Steilabfalle der Alb die Probe bestehen. Dort haben wir ja Tuffgänge, deren Herausschälung aus der Alb soeben beginnt. Wie steht es dort in dieser Beziehung?

Wir schauen die steile Nadel des Conradsfelsens No. 47 an, welche senkrecht aus dem Steilabfalle der Alb herauswächst. Auf allen Seiten steht sie frei. Kein Kalkschuttmantel liegt auf derselben. Folglich, so wird man schliessen, hat jene Erklärung die Probe nicht bestanden; sie ist gänzlich verfehlt und der Schuttmantel entsteht nur durch Anreicherung.

Aber das ist ein Trugschluss. Natürlich kann auf einer so widerstandsfähigen Masse, wie diejenige des Conradsfelsens es sein muss, welche daher bei der Erosion als senkrechte Nadel emporragt, kein Kalkschutt liegen bleiben. Wenigstens nicht, solange der Tuff fortfährt, nadelbildend zu bleiben. Aber das sind vereinzelte Ausnahmen. Sehen wir die anderen Maare und Tuffgänge am Steilabfalle der Alb an: dort ist es anders, bei diesen besteht unsere Erklärung die Probe.

Wir wollen als Beispiel den zweiten Gang bezw. Maar an der Gutenberger Steige No. 43 betrachten. An der SW.-Seite ist er freigelegt; von dort aus treten wir in das Innere desselben ein. Mit den drei anderen Seiten sitzt er noch in der Alb drinnen. Ringsum steigt auf diesen drei Seiten der senkrechte, weite Ausbruchskanal in die Höhe. Seine Tufffüllung ist tief ausgefurcht, daher vorzüglich aufgeschlossen. Wir steigen von dieser Tiefe aus auf dem Tuffgehänge in die Höhe. Sowie wir uns dem Kontakte desselben mit den Wänden des Kanales nähern, verschwindet der Tuff unter der Decke von Weiss-Juraschutt. Wo, an welcher Seite wir auch aufsteigen mögen, überall dasselbe Bild. Fig. 17; s. vorne S. 251.

Genau das Gleiche aber finden wir, wenn wir die Maare, bezw. ihre Tuffgänge, vom Engelhof No. 41 und der Diepoldsburg No. 40 untersuchen. Wir wollen diesmal den umgekehrten Weg machen, von oben her, von der Hochfläche aus in diese Ausbruchskanäle hinabsteigen. Hier ist der Gang in beiden Fällen an der W.-Seite

freigelegt; an den drei anderen Seiten sitzt er noch in der Alb. Fig. 13; s. vorne S. 240.

Schon, dass wir überhaupt von der Albseite aus in diese senkrechten Kanäle hinabsteigen können, in deren Tiefe der Tuff ansteht — freilich ist das nur an einigen Orten möglich — dient als Beweis dafür, dass sich hier Weiss-Juraschuttmassen an die senkrechte Wand gelegt haben, welche von dieser abgebröckelt sind. Das ist ja auch nicht anders zu erwarten. Wir steigen auf diesen Schuttmassen steil bergab. Endlich in gewisser Tiefe, bald eher, bald später, treffen wir auf Tuff. Auch hier also dasselbe Bild wie vorher; die Kontaktlinie zwischen Tuff und der Wand des Ausbruchskanales ist durch Schuttmassen von Weiss-Jura verschleiert.

Es sei genug an diesen Beispielen. Sie zeigen uns, dass unsere Erklärung das Richtige getroffen hat: Der Schuttmantel rührt von dem Zusammenbruche der den Tuff zunächst umgebenden Weiss-Juraschichten her, nicht aber von einer Anreicherung der im Tuffe liegenden Kalkstücke.

Dieser Schuttmantel spielt nun eine grosse Rolle für die Tuffe. Er liegt als Kappe oben auf den Tuffbergen, er umhüllt sie als Mantel: Er schützt sie also durch seine Härte gegen die Atmosphärilien. Er wirkt, wie ein bei nassem Wetter aufgespannter Regenschirm für seinen Träger wirkt. Nun rechne man hinzu, dass diese harten kegelförmigen Schuttmassen auf dem meist weichen, thonigen Lias- und Braun-Juragelände erscheinen. Diesem gegenüber sind sie steinhart: So müssen die an sich schon harten Tuffmassen notwendig noch umsomehr als Berge emporragen.

Es folgt mithin aus obiger Darlegung, dass der für unsere Tuffgänge so ausserordentlich kennzeichnende Schuttmantel aus Weiss-Juragesteinen, diese „rätselhafte" Bildung, entstanden ist, weder durch bei dem Ausbruche emporgeschleuderte und zerschmetterte Weiss-Juraschichten, noch durch Anreicherung der im Tuffe enthaltenen Kalkstücke, noch durch Anschwemmung von seiten des Wassers oder Eises. Er verdankt vielmehr seine Entstehung wesentlich nur der Abtragung der Alb, indem die dem Tuffgang zunächst liegenden Teile der Schichten bei der Abtragung der Alb zunächst in den Kanal hinab auf den Tuff fielen. Dort häuften sie sich allmählich an und bildeten eine Kappe auf demselben. War der Gang dann ganz heraus-

geschält, so bildete er sich zum spitzen Kegel und die Schuttkappe zum Schuttmantel um. Durch diesen war er vor weiterer Abtragung mehr geschützt als der umgebende thonige Braun-Jura und Lias. Daher bildete der mit ihm versehene Tuff im Vorlande der Alb Hügel.

Natürlich wird diese Hügelbildung unterstützt einerseits durch die eigene Härte des Tuffes, andererseits durch die weiche Beschaffenheit der Jura- und Lias-Schichten. Denn diese Hügel bestehen ja, wie früher dargelegt (vergl. z. B. Fig. 70; s. vorne S. 383), nicht etwa nur aus Tuff, sondern ganz wesentlich auch aus Jura-Schichten. Letztere bilden meist den Sockel des Berges, der Tuff nur den Gipfel. Die Bergbildung ist also ganz wesentlich auch auf die in den weichen Jurathonen leicht vor sich gehende Erosion zurückzuführen.

Die Beziehungen unserer vulkanischen Tuffe zur Kultur.

Die erste dieser Beziehungen, die wassersammelnde Eigenschaft der Tuffe, ist eine hervorragend wichtige. Unten im Vorlande der Alb, welche aus den meist thonigen Schichten des Lias und Braun-Jura besteht, hat diese Eigenschaft der Tuffe keinerlei Bedeutung. Von höchstem Werte dagegen ist dieselbe oben auf der wasserarmen Hochfläche der Alb. Der Weiss-Jura besitzt zwar auch thonige Schichten, α und γ, manchmal ζ. Aber diese weichen Massen haben bei der wagerechten Lagerung nicht die Fähigkeit, auf weitere Entfernung hin Oberfläche zu bilden. Eine solche kommt nur den harten Schichten β, δ, ε, z. T. ζ, zu. Diese harten Schichten aber sind im Wasser löslich. Letzteres hat sich daher auf unserer Hochfläche, ebenso wie auf jeder anderen kalkigen Hochebene, zahlreiche Kanäle und Höhlen durch die harten Kalke hindurchgefressen, die sich an der Oberfläche oft durch Trichter oder Erdfälle kennzeichnen. Auf diesen stürzt das Regenwasser, sowie es gefallen ist, in die Tiefe, um erst von den undurchlassenden α- und γ-Schichten aufgehalten zu werden, auf ihnen entlang zu fliessen und dann an irgend einer Stelle in Form starker Quellen zu Tage zu treten.

Die Hochfläche der Alb ist daher hinsichtlich des Wassers wesentlich nur auf die meist dünne Lehmschicht angewiesen, welche aus der Zersetzung der Kalke hervorgegangen ist, indem deren kohlensaurer Kalk fortgeführt wurde, während die winzige Beimengung von Thon, weil unlöslich, sich anreicherte. Ist diese Lehmdecke dünn, so hilft sie für die Bildung von Quellen gar nichts. Ist sie

mächtiger, so rinnt in den Brunnen, welche in diesem Lehm stehen, wenigstens so viel Wasser zusammen, dass bescheidene Ansprüche an Stillung des Durstes und an Reinlichkeit befriedigt werden können. Im Sommer freilich versiegen diese Brunnen auch oft ganz. Von weiter Entfernung her, aus der Tiefe der Thäler herauf, muss das Wasser geholt werden.

Daher sieht man oft auf der Alb, dass von den Dächern der Gebäude rings um das ganze Haus Blechrinnen und Röhren verlaufen, welche die auf das Dach fallenden Niederschläge in das an einer Hausecke gegrabene Loch leiten. In diesem „Brunnen" sammelt sich eine Flüssigkeit an, die zeitweise dick, braun, entsetzlich ist. Und doch wird dieselbe von dem, an solchen Alborten erzogenen Vieh dem klaren Wasser vorgezogen. Die Macht der Gewohnheit und die Liebe zum Pikanten!

Durch das grossartige Unternehmen der „Albwasserversorgung" hat die Württembergische Regierung diesem Übelstande abgeholfen. Die Triebkraft der am Grunde der Thäler zu Tage tretenden Wassermassen wird benutzt um einen Theil der letzteren wieder zurück auf die Hochfläche der Alb zu heben. Dort fliesst das Wasser in grosse Sammelbecken und wird von diesen aus in die Dörfer geleitet. So hat auch hier die Kunst gegenwärtig den Menschen unabhängig von der Natur gemacht.

Noch vor kurzem aber bestand die Albwasserversorgung nicht. Da ergab sich denn die Einwirkung der Tuffe auf die Wasserverhältnisse in der folgenden Weise: Da, wo im Bereiche unseres vulkanischen Gebietes auf der Hochfläche der Alb keine Tuffe lagen, da sah man, und sieht man noch, in den Dörfern überall die oben geschilderten Dachbrunnen und die Blechröhren. Da aber, wo Tuff vorhanden war, hatte und hat man Quellbrunnen und im Dorfe grosse Teiche, sog. „Hülben". So kann man, sowie man ein Dorf betritt, an den Brunnen bereits erkennen, ob Tuff vorhanden ist oder nicht. Erklärlicherweise hat der Mensch mit Vorliebe diese wasserreichen Orte aufgesucht. Die Karte zeigt, wie die grösste Zahl der Tuffflecke oben auf der Alb mit Dörfern besetzt ist. So gut ist obiges Kennzeichen, dass, wenn ein Teil eines Dorfes Dachbrunnen hat, der andere Teil aber Quellbrunnen und „Hülben", man sicher sein kann, dass letzterer auf Tuff steht, ersterer noch auf Juraboden.

Diese wassersammelnde Kraft unserer Tuffe ist also Jahrtausende hindurch für Menschen und vielleicht das Hundertfache dieses Zeit-

raumes bereits für die wilden Tiere von der segensreichsten Bedeutung gewesen. Denn schon in tertiärer Zeit muss die Alb wasserarm gewesen sein, müssen sich auf dem Tuffe die Wasser gesammelt und Seen in den Maarkesseln gebildet haben. Indem einst aber die Alb sich viel weiter nach N. hin ausdehnte war unser vulkanisches Gebiet auf derselben nicht nur von etwa 125 senkrechten Ausbruchsröhren durchsetzt, sondern ein grosser Teil derselben wird auch in seinem obersten Ende zeitweise einen See beherbergt haben. Bis in die Gegend von Stuttgart hin ein mit vielleicht hundert kleinen, mehr oder weniger runden Maarseen besetztes Gebiet. Das Auftreten geschichteter Tuffe, hier und dort, macht das sehr wahrscheinlich.

Natürlich hat der Tuff durch diese seine Eigenschaft auch Veranlassung zur Bildung von Torfmooren gegeben, wie das bei Ochsenwang, Maar No. 35, der Fall ist.

Diese wasserhaltende Kraft ist übrigens nicht nur unseren Tuffen eigen. Beispielsweise ist es auch auf Island in dem, infolge seiner Zerspaltung, sehr durchlassenden vulkanischen Gebiete der (Palagonit-) Tuff, dessen Schichten wasserführend sind[1].

Ursprünglich ist diese wasserhaltende Kraft dem Tuffe wohl nicht eigen gewesen; er kann sie erst erlangt haben infolge seiner Umbildung zu einem festen Gesteine (S. 519).

Wir wollen nun die Beziehungen unserer Tuffe zum Ackerboden betrachten. So fest und wasserhaltend der Tuff auch ist, er zerfällt doch an der Erdoberfläche meist zu einem losen, schüttigen, trockenen, dunkelgefärbten Ackerboden. Daher graben denn auch die Füchse ihre Baue im Tuff und nicht im Juragestein. Der Tuff erlangt also beim Zerfallen und Verwittern wieder dieselbe Beschaffenheit, welche er anfänglich bei seiner Erzeugung besessen hatte. Dass ein solcher Boden nicht sehr hoch geschätzt sein kann, trotz des Gehaltes an wichtigen Aschenbestandteilen, das liegt auf der Hand. Die schlechten physikalischen Eigenschaften drücken den Wert der chemischen herab.

Aber zur Verbesserung anderer Böden verwendet man diese chemischen Eigenschaften gern. Wo es nur angeht, werden unsere Tuffe zum „Mergeln“ der Weinberge benutzt. Aber eine bemerkenswerte Thatsache ist es, dass man sie zwar zum Überdüngen derselben

---

[1] Sartorius von Waltershausen, Physisch-geographische Skizze von Island. „Göttinger Studien.“ 1847. S. 124.

verwendet, dass jedoch der Weinbau den Tuffboden selbst in der Regel flieht.

Sehr häufig bestehen unsere vulkanischen Bühle und Berge nicht ganz aus vulkanischem Gesteine. Sondern dieses bildet nur die Kuppe des Berges, während der Sockel desselben aus Jurathon besteht. So finden wir es am Metzinger Weinberg, am Hofbühl, Florian und zahlreichen anderen. Fast stets ist dann nur der untere, aus Braun-Jurathon bestehende Teil des Berges mit Reben bepflanzt. Mit dem Beginne des Tuffes aber hören diese sofort auf und nur geringes Übergreifen auf Tuffboden findet statt. Man kann daher schon von weitem die Grenze zwischen Tuff und Jurathon erkennen. Trotz des Reichtums an Pflanzennährstoffen, welcher diesen Tuffen innewohnen muss, hält man sie also offenbar in der Regel nicht zum Weinbau für geeignet. Nur vereinzelt trifft man Rebengärten auf Tuffboden. So an der Sulzburg No. 48, am Lichtenstein No. 71, Dachsbühl bei Weilheim No. 78, Nabel bei Bissingen No. 81, Grafenberg No. 108.

Nun schreibt „Das Königreich Württemberg“ [1]: „Die vulkanischen Böden am Fusse der Alb liefern .... in manchen Jahren nach Quantität und Qualität geradezu staunenswerte Resultate; bis zu 15 hl pro Hektar und Weine von vorzüglicher Güte.“ Ist das der Fall, dann muss man sich wundern, warum in der Regel der Weinbau den Tuffboden vermeidet. Er müsste denselben doch im Gegenteil gerade aufsuchen, anstatt sich meist nur an den jurassischen Fuss der Vulkanberge zu klammern. Bezieht daher das Citierte sich etwa auch, oder gar mehr, auf den Jurasockel der dortigen Berge denn auf den Tuffanteil derselben?

Zwei bemerkenswerte Fälle möchte ich hervorheben, in welchen die Reben zwar auf Tuff stehen, aber doch sozusagen auf Juraboden wachsen. Diese eigentümlichen Verhältnisse gaben nämlich Veranlassung zu Schwierigkeiten in der Deutung derselben. Das ist vor allem am Häldele, NO. von Kohlberg, No. 98 der Fall. Ein kegelförmiger Berg von echt typischer Vulkangestalt. Schon von weitem sieht man ihm seine vulkanische Entstehung an. Trotzdem ist er bis zum Gipfel mit Reben bepflanzt. Wenn man aber zu dem Berge kommt, sieht man, dass der ganze Kegel Jurathonboden besitzt. Hier und da nur zeigt sich ein kleines Fleckchen von Tuff; das

[1] Herausgegeben vom statistisch-topographischen Büreau. Stuttgart 1884. Bd. II. S. 510.

ist aber natürlich mit Vorsicht aufzunehmen, denn da der Tuff zum Überdüngen der Juraböden benützt wird, so findet man leicht Stücke desselben auf solchem Thonboden. Und trotzdem besteht der ganze Berg aus anstehendem Tuffe, wie durch sorgsame Untersuchung und Graben wie Bohren sich feststellen liess. Aber über den Tuff gebreitet eine Krume von Jurathonboden in $1^1/_2$, 2 und 3 und mehr Fuss Mächtigkeit! Offenbar das Ergebnis jahrhundertelanger Arbeit, wie sie sich nur auf dem kostbaren Rebenboden, nicht aber auf Acker lohnen kann. Auch der Florian No. 101 zeigt da, wo der Tuffgang an seiner SW.-Flanke hinabzieht, denselben ebenso durch Jurathonboden völlig unkenntlich gemacht und versteckt, so dass niemand sein Dasein ahnen kann.

Ähnlich liegen die Dinge am Gaisbühl, SW. von Reutlingen, No. 122. Hier ist gleichfalls auf dem Acker Jurathonboden. Daher giebt die geologische Karte von Württemberg irrtümlich auch hier, ganz wie am Florian No. 101, zwei Tuffflecke an, welche durch anstehenden Braun-Jura α getrennt sind. Aber genaue Untersuchung zeigt, dass hier wie da je nur ein einziges grösseres Tuffvorkommen auftritt, dass der vermeintliche anstehende Jura nur eine dicke Decke über dem Tuff bildet. Aber in diesem Falle nicht durch Menschenhand ausgebreitet, sondern durch die Natur von den südlich angrenzenden Höhen abgeschwemmt. Genau ebenso liegen die Dinge auf den Hengstäckern, S. von Kleinbettlingen. Der dortige Tuff No. 112 liegt in einer Ebene mit dem Braun-Jura α, ist aber durch den von O. her herabgeschwemmten Verwitterungslehm so verdeckt, dass nur einzelne kleine Kalkstückchen in demselben das Dasein des vulkanischen Gesteines andeuteten, welches denn auch erbohrt wurde.

Auch als Waldboden ist der Tuff dem Jura nicht ebenbürtig. Die herrlichen Buchenwaldungen, welche nicht nur die Alb und ihre Abhänge, sondern auch an manchen Orten das Vorland derselben decken — sie verschwinden sofort sowie Tuffgebiet sich zeigt und räumen hier den Tannen das Feld.

So steht der vulkanische Tuff unseres Gebietes im innigsten Zusammenhang mit der Kultur. Schon von weitem erkennt man sein Dasein an dem Vorhandensein der Dachbrunnen, an der düsteren Farbe der Tannenwaldung, meist auch an dem jähen Aufhören der Rebengärten.

Technische Verwendung. Die Härte des Tuffes ist eine

recht verschiedene und damit auch seine Brauchbarkeit als Stein. In der Umgegend von Owen findet man die am Götzenbrühl No. 87 gewonnene feste Art des Tuffes sogar hier und da einmal zu Chausseesteinen verwendet. Der Tuff aus dem Maar an der Wittlinger Steige No. 63 lieferte Markungssteine. Aber derartige Verwendung ist ganz verschwindend, da der Tuff doch nicht hart genug ist.

Dagegen hat SCHÜBLER[1], nach dem Vorbilde italienischer und rheinischer Verhältnisse, mit dem Basalttuff aus dem Faitelthal bei Urach Versuche angestellt, ob derselbe nicht, ähnlich dem Puzzolan- und dem Trasstuff, als hydraulischer Mörtel zu verwenden sei. Bei einer Vermischung des pulverisierten Basalttuffes mit der gleichen Menge gelöschten Kalkes ergab sich in der That ein Mörtel, welcher unter Wasser immer fester wurde. Infolgedessen wurde dann vom Oberwasserbaudirektor am Ende der zwanziger Jahre bei Metzingen eine Mühle zum Mahlen des Basaltes erbaut[2]. Da sich nun durch Glühen von Thon in Verbindung mit Kalk gleichfalls hydraulischer Mörtel erzeugen lässt, so folgerte SCHÜBLER, dass der Basalttuff einmal glühend gewesen sein müsse. Aus dem chemischen Verhalten also dieses Tuffes (sowie des gepulverten Phonolithes vom Hohentwiel) schloss SCHÜBLER darauf, dass unsere Tuffe und Basalte „vulkanische, auf irgend eine Art durchs Feuer veränderte Bildungen sind"[3].

Eine Verwendung des Tuffes nach solcher Richtung hin ist wohl nicht weiter verfolgt worden. Die zahlreichen Cementmergel der Juraformation in unserem Lande machen Derartiges auch überflüssig.

Wohl aber stellt man jetzt Versuche an, den Tuff als künstliches Düngemittel zu verarbeiten. Die an Kalksteinen armen, also an eigentlicher Tuffmasse reichen Partien werden zu Pulver gemahlen und sollen so als Steinmehldüngung dienen. Leider sind unsere Tuffe, wie es scheint, fast durchgehends nicht aus feldspathaltigem Magma hervorgegangen, sondern aus melilithhaltigem. Sie werden daher, eine Analyse liegt mir nicht vor, viel weniger Kali enthalten, als im ersteren Falle möglich wäre. Immerhin aber müssen

[1] Jahrbuch der Chemie und Physik. Bd. XIX. 1827. S. 140—148. Ferner Korrespondenzblatt der Württ. landwirtschaftlichen Vereine. 1825. Bd. VII. S. 279—283.

[2] Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. v. Leonhard. 1830. Jahrg. 1. S. 79.

[3] Dagegen hatte bereits 1823 Oberbergrat Selb den Versuch gemacht „aus ihren Lagerungsverhältnissen und ihrer Stellung gegen die übrigen Gebirgsformationen" Beweise für die vulkanische Herkunft der Basaltberge Schwabens, allerdings nur des Hegaus, zu gewinnen. (Leonhard's Mineralog. Taschenbuch. 1823. S. 3—54.)

sie, wie jedes Eruptivgestein, Phosphorsäure führen. Der Erfolg wird von dem Preise abhängen, zu welchem man das Gesteinspulver liefern kann.

Die Kontaktmetamorphose der Tuffe und Basalte des Gebietes von Urach.

Umwandlungen der in den Tuffen und den Basalten eingeschlossenen Fremdgesteine. Umwandlungen des Nebengesteines am Salbande der Tuffe.

Die Umwandlungen der im Tuffe eingeschlossenen Gesteinsstücke.

Unter den im Tuffe eingeschlossenen und veränderten Fremdgesteinen liefern die Weiss-Jura-Kalke den grössten Prozentsatz. Je nach ihrer Beschaffenheit sind diese dunkel rauchgrau oder rot gebrannt. Wir wollen zunächst die dunkel gewordenen betrachten. Äusserlich sind auch diese häufig weiss. Sowie man sie aber zerschlägt, sieht man, dass das nur eine dünne weisse Verwitterungsrinde ist, welche sich nachträglich bildete. Diese dunklen Kalke boten hinsichtlich ihrer Bestimmung gewisse Schwierigkeiten dar. In Schwaben straft der Weisse Jura seinen Namen nicht, wie an vielen anderen Orten der Erde, Lügen. Er besteht wirklich aus weissen oder doch hellen Kalken.

Ich musste daher, angesichts dieser zahlreichen dunklen Kalkstücke, anfänglich ihre Zugehörigkeit zu dieser Formation bezweifeln. Ich dachte an Lias oder rauchgraue Muschelkalke. Durch die Erfunde von Belemniten wurde zunächst die Möglichkeit, dass letzterer vorliegen könne, ausgeschlossen. Eigenartig war es hierbei, dass diese durch die Hitze dunkel-rauchgrau gewordenen Kalke Belemniten führen, deren Inneres gerade umgekehrt eine schneeweisse Farbe und krystalline Beschaffenheit erlangt haben. Sie sind also in weissen körnigen Kalk verwandelt, wodurch natürlich ihre Struktur mehr oder weniger verwischt wurde. Eine gleiche Beobachtung veröffentlichte Kraus. Er fand im Tuff des Kraftrains einen *Belemnites semihastatus*, welcher ebenfalls schneeweiss und krystallinisch körnig war[1].

Durch das Auffinden canaliculater Belemniten und perisphincter Ammoniten musste dann weiter auch jeder Gedanke an gewisse rauchgraue Liaskalke aufgegeben werden. Man hatte also zweifellos

[1] Diese Jahresh. 1880. S. 76.

Weiss-Jura vor sich, dessen helle Farbe bei unzähligen Stücken in eine dunkle verwandelt ist.

Es ist immerhin eine auffällige Thatsache, dass diese hellen Kalke durch die Einwirkung der Wärme nicht noch heller, sondern dunkel geworden sind, und dass Kalk und Belemniten sich gerade entgegengesetzt verhalten, indem sich der Kalk dunkel, die Belemniten aber schneeweiss gebrannt haben.

Die Erklärung liegt offenbar in der Höhe der Temperatur. Die Veränderung der Farbe von Gesteinen, welchen organische Substanz beigemengt ist, muss eine entgegengesetzte sein, je nachdem die Temperatur eine höhere oder niedrigere ist. Hohe Temperatur wird einen Kalkstein mit organischer Beimengung entfärben, indem letztere verbrennt. Weniger hohe Temperatur dagegen muss, wie Gümbel hervorhob, ihn dunkler färben, indem eine Verkohlung der fein verteilten organischen Substanz eintritt. Durch die nur mässige Höhe der Temperatur des Tuffes erklärt es sich also, dass wir hier so zahllose dunkle Weiss-Jurakalke vor uns haben. Wenn nun dem gegenüber die Belemniten, in welchen sich ja ursprünglich ebenfalls organische Substanz befindet, weiss gebrannt sind, so mag sich das dadurch erklären, dass sich in diesen nur sehr wenig organische Substanz noch befand. Hat etwa auch die soviel lockerere Struktur hierbei mitgewirkt? Diese Fälle von Dunkelfärbung heller Weiss-Jurakalke stehen nun aber nicht etwa vereinzelt nur in unserem vulkanischen Gebiete da. Vielmehr finden wir völlig Gleiches in den vulkanischen Tuffen des Ries bei Nördlingen. Gümbel[1] sagt darüber das Folgende: „Eine andere auffallende Erscheinung, welcher wir.... bei vielen Jurakalken der Riesgegend namentlich da begegnen, wo sie mit vulkanischen Tuffen unmittelbar in Berührung kommen oder brockenweise in denselben eingeschlossen sind, macht sich durch eine dunkle, aschgraue, oft an das Schwarze grenzende Färbung .... geltend .... Dieselbe findet ihre Erklärung in dem Umstande, dass solche (ursprünglich hellen) Gesteine infolge der vulkanischen Vorgänge in der Riesgegend mässig erhitzt worden sind, wodurch die in jedem Kalk eingeschlossenen organischen Beimengungen verkohlten.“

Gümbel hat diese Thatsache experimentell bestätigt[2] und ich habe mich gleichfalls zu vergewissern versucht, ob sich etwa mit Hilfe des Experimentes nachweisen liesse, welcher der kalkigen Weiss-

[1] Atlasblatt Nördlingen der geognostischen Karte von Bayern. S. 11 u. 12.
[2] Ebenda S. 12 Anm.

Jurastufen der im Tuffe liegende, dunkel gefärbte Kalk angehören möge. Herr Kollege L. v. Mayer war so liebenswürdig, im chemischen Laboratorium diesen Versuch anzustellen. Die Kalkstücke wurden hierbei in einen Platintiegel gethan, ein konstanter Strom von Kohlensäure durch denselben geleitet, um den Sauerstoff der Luft fernzuhalten und dann erhitzt. Bei einer Erwärmung auf nur etwa 300° C. war eine Veränderung der Farbe der Kalke wenig merkbar. Bei ungefähr 600° C. aber hatte sich die Farbe bereits binnen einer halben Stunde vollständig verändert, und zwar nicht nur an der Oberfläche der Stücke, sondern auch, wie sich beim Zerschlagen derselben zeigte, in gleichmässiger Weise bis ins Innerste hinein.

Ich hatte hellen β-Kalk und etwas dunkleren α-Kalk genommen, letzterer mit einigen kleinen, punktförmigen Flecken von in Brauneisenstein verwandeltem Schwefelkies. Meine Erwartung ging dahin, dass das von Natur dunklere α-Gestein am dunkelsten werden würde. Dem war aber nicht so. Vielmehr erhielt der ganz helle β-Kalk durch und durch eine dunkle Farbe, so dass er in diesem Zustande ganz auffallend den zahlreichen Kalkstücken glich, welche in unseren Tuffen eingebacken sind. Der etwas dunklere α-Kalk dagegen wurde zwar auch dunkler, aber doch nicht im selben Masse. Auch erhielt er zugleich eine ausgesprochene rötliche Färbung, welche offenbar dadurch entstand, dass das fein verteilte Eisenoxydhydrat sich in der Hitze zu Eisenoxyd umwandelte.

Das war von Wichtigkeit, denn als zweite Thatsache ist in Bezug auf die Metamorphose der Einsprenglinge hervorzuheben, dass ausser den zahllosen dunkel gefärbten Kalkstücken auch nicht wenige rotgefärbte erscheinen. Die Stärke dieser Rötung ist eine verschiedene, bald dunkler, bald heller, bald nur ein rosiger Schimmer. Namentlich zeigt sich diese Umwandlung an den leicht kenntlichen δ-Kalken.

Nicht nur im Laboratoriumsversuch lässt sich diese Färbung der Kalksteine durch höhere Temperaturen nachahmen. Herr A. Hauff aus Holzmaden teilte mir freundlichst mit, dass er beim Brennen der Kalksteine des Weissen Jura vom Aichelberg im Kalkofen gleichfalls wiederholt eine verschiedenartige Färbung je nach dem Hitzegrade beobachtet habe[1].

---

[1] Es mag hier auch die weitere Beobachtung des genannten Herrn Platz finden, dass die Kalksteine aus Lias ε bereits bei weit geringerer Temperatur im Kalkofen gargebrannt werden, als diejenigen aus Lias ζ, und von diesen letzteren hatten wieder die tiefer liegenden, also dem ε nähern, eine geringere Temperatur nötig, als die höheren.

Es ist bemerkenswert, dass auch Kalksteine aus der Kreide Süditaliens sich ähnlich verhalten, wie ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn Kollegen Deecke in Greifswald entnehme. Derselbe hatte Gelegenheit, die Rudistenkalke jener Gegenden in dieser Beziehung zu beobachten. Dieselben sind, wie viele unseres Weissen Jura, hell und erwecken daher gleichfalls den Anschein, als ob sie recht arm an organischen Substanzen seien. Zu zwei wiederholten Malen hatte der genannte Herr Gelegenheit, einen missratenen Brand, welcher daher vor der Zeit ausgelöscht und aus dem Ofen herausgeworfen wurde, zu sehen. Hierbei zeigte sich, dass die hellen Kalke nur aussen weiss geworden waren, im Inneren dagegen viel dunklere, zum Teil tief graue bis schwarze Farbe angenommen hatten, „so dass man kaum glauben konnte, dass es dieselben weissen Kalke seien, welche im benachbarten Bruche anstanden. Der Besitzer des Bruches erzählte gleichzeitig, dass überhaupt alle von ihm verarbeiteten dortigen Kalke sich beim Brennen anfänglich im Innern schwarz färbten, und dass sie erst bei längerer Einwirkung der Hitze vollkommen weiss würden, nachdem sie aussen Risse und Spalten bekommen hätten“.

Aber auch bezüglich des Unterschiedes, welchen die Versteinerungen und der sie einschliessende Weiss-Jurakalk in unseren Tuffen erkennen lassen, teilte mir Herr Kollege Deecke eine analoge Beobachtung aus jenen beiden Bränden mit. Die eingeschlossenen Hippuriten waren auch dort bereits kalciniert und weiss geworden, während die halbgebrannten Kalke, in welchen diese Versteinerungen lagen, erst dunkel gefärbt waren. Die beiden Punkte, an welchen diese Beobachtungen gemacht wurden, waren Pimonte unweit Castel Ammare und St. Arsenio im Valle di Diano.

Nicht minder erwähnt der genannte Herr in seinem Schreiben einzelne Kalkauswürflinge des Monte Somma, welche aussen in weissen Marmor verwandelt waren, innen aber ziemlich dunkle Farbe besassen. Dass dieselben dem hellen Appeninenkalk entstammen, wird durch ihre organischen Einschlüsse bewiesen. Auch hier also hat die vulkanische Hitze dasselbe bewirkt, was wir bei den Kalken unserer Tuffe beobachten.

So sehen wir also, dass an anderen vulkanischen Orten durch Tuffe bezw. Wärme dieselbe Metamorphose ausgeübt wird, wie in unserem vulkanischen Gebiete; dass sich die dunkle und rote Färbung der Kalke im kleinen durch den Laboratoriumsversuch nachahmen lässt; dass sich, wenigstens die dunkle, auch im grossen, beim Brennen

in dem Kalkofen erzeugen kann. Wir dürfen daher aus dieser Metamorphose in unseren Tuffen schliessen, dass die letzteren noch im heissen Zustande längere Zeit verharrt sind; wie das nur bei ihrem sofortigen Zurückfallen in den Ausbruchskanal und dem Verbleiben in demselben erklärlich ist.

Wenn daher DEFFNER[1] sagt, die rote und schwarze Färbung unserer weissen Jurakalke sei durch heisse Gase, nicht aber durch die Hitzewirkung des Tuffes hervorgerufen, „um so weniger, als es nicht gelingen will, diese Färbung durch Erhitzung künstlich zu erzeugen“ — so hat dieser letztere Schluss, weil irrtümlich, keine Beweiskraft. Gewiss werden auch heisse Gase den Ausbruchsröhren entstiegen sein; aber der aus der Tiefe stammende und sogleich wieder in der Tiefe eingebettete Tuff wird ebenfalls Wärme gehabt und lange behalten haben.

Eine weitere Art der Umwandlung unserer Kalkstücke besteht darin, dass dieselben öfters krystallinisch oder auch bisweilen sehr hart, daher klingend geworden sind.

Mit diesen Umwandlungen der Farbe und des Gefüges hat es aber sein Bewenden, denn schon früher hat NIES durch chemische und mikroskopische Untersuchung an den im Tuffe eingeschlossenen Kalkstücken dargethan, dass sie trotz ihres oft veränderten Aussehens, doch innerlich nicht oder nur wenig umgewandelt sind. Stärker dagegen liess sich eine solche umwandelnde Hitzewirkung bei den seltenen Kalkstücken beobachten, welche als Einschlüsse im Basalt auftreten[2]. DEFFNER[3] sagt zwar von den Kalken am Salbande des oberen Tuffganges an der Gutenberger Steige: „Zunächst am Salband sind dieselben schwarz gefärbt und weit thonreicher geworden, indem sie einen namhaften Teil ihres Kalkgehaltes verloren haben.“ Indessen müsste das doch durch eine Analyse belegt sein, bevor es als sicher angenommen werden könnte. Ansehen kann man diesem Kalksteine nicht den Prozentgehalt an Thon. Auch verliert er durch hohe Temperatur nicht Kalk, sondern nur Kohlensäure. Der Kalkgehalt könnte daher nur durch spätere Einwirkung von Wasser vermindert werden, was man dann aber nicht der Kontaktwirkung des Tuffes zuschreiben dürfte.

Der Sandstein des Braun-Jura β ist gleichfalls, wie ein

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 21.

[2] Tageblatt der 48. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Ärzte in Graz. 1875. S. 57.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. No. 28. S. 33.

Teil der Kalke, durch die Hitzewirkung des Tuffes rotgebrannt. Am Lichtenstein No. 71 z. B. liegt eine Kappe von Weiss-Jura-Schutt auf dem Tuffe. Hier finden sich Kalkstücke, welche durch die Hitze so hart gebrannt sind, dass sie beim Zerschlagen so hell wie Phonolith klingen. An der O.-Seite des Lichtensteins dagegen, dort wo dieser sich an das aus Braun-Jura β bestehende Thalgehänge lehnt, finden sich Stücke eines rotgefärbten Sandsteines, welche nichts anderes sind, als durch die Hitze veränderter Sandstein des Braun-Jura β, welcher dicht daneben ansteht. Hier ist das im Gestein vorhandene Eisenoxydhydrat durch die hohe Temperatur in Eisenoxyd verwandelt worden.

Ganz dieselbe Beobachtung kann man in der Eifel machen. Dort sind die devonischen Schiefer und Sandsteine, welche sich in den von den Maaren ausgeworfenen Tuffen finden, häufig rotgebrannt. Doch ist die Wärmewirkung hier vielleicht eine etwas lebhaftere gewesen, da sich nicht selten Sandsteinstücke mit einem verglasten Überzuge finden, was in den Tuffen der Uracher Gruppe selten der Fall ist.

Solche verglasten Stücke von Sandstein in unseren Tuffen wie sie in der Eifel vorkommen, habe ich gar nicht gefunden. Aus dem Tuffe des Metzinger Weinberges No. 102 führt Deffner aber das Folgende an: „Rotliegendes und Bunter Sandstein sind häufig zusammengesintert, sogar oft blasig und gehen in manchen Stücken in reinen Trachyt über."

Bemerkenswert ist es, dass die in den Tuffen eingeschlossenen Granite bisweilen weit stärker verwandelt sind als jene Kalke und Sandsteine. Offenbar, weil dieselben einer stärkeren Temperatur ausgesetzt waren als jene. Zwar liegen jetzt beide gleichmässig im Tuffe. Aber die Granite sind aus grosser Tiefe heraufgeholt und haben die hohen Temperaturgrade, welche der dort befindliche basaltische Schmelzfluss ausstrahlte, erlitten. Wenn sie daher verändert wurden, so geschah das bereits in grosser Tiefe. Jene Weiss-Jurakalke und Braun-Jura-Sandsteine dagegen gehören dem oberen Ende der Ausbruchsröhre an, bis in welches nur selten der Basalt, und dann auch nur in dünnen Apophysen emporgedrungen ist.

Deffner berichtet über diese Veränderungen an Graniten, dass „alle Übergänge vom kaum gefritteten, noch deutlich bestimmbaren Granit bis zum vollständig blasigen Bimsstein-Trachyt hinüber gesammelt werden". — „Der Übergang findet in der Weise statt,

dass zuerst die Kontaktstellen des Pinit (Glimmers) mit dem Feldspat sich aufblähen, sodann der Pinit-(Glimmer-)Gehalt vollständig verschwindet, und an seine Stelle ein blasiges Glas von grüngelber Farbe tritt. Bei weitergehender Einwirkung wird auch der Feldspat darin aufgelöst, so dass nur noch der Quarz ungelöst zurückbleibt, und man vollkommene Quarztrachyte erhält, bis auch er in seltenen Fällen verschwindet, und man den reinen porösen Trachyt vor sich hat. Ganz ähnliche Umwandlung erleiden auch die sedimentären feldspathaltigen Gesteine des Rotliegenden und Bunten Sandsteines. Sehr bemerkenswert sind dagegen die gänzlich von den übrigen abweichenden Pyromorphosen des grauschwarzen Gneissgranites No. 1, welche sich bis jetzt nur auf dem Rangenbergle und dem Höslinsbühl gefunden haben, und eine Umwandlung des schwarzen Glimmers in basaltische Hornblende erkennen lassen.“

Die Umwandlungen der im Basalt eingeschlossenen Gesteinsstücke.

Über die Umwandlungen der im Basalte eingeschlossenen Gesteinsstücke lässt sich viel weniger sagen, da dieselben sehr selten sind. Doch ist die Umwandlung erklärlicherweise hier eine stärkere als im Tuffe. Deffner führt vom Jusi eingeschlossene Feldspatgesteine auf, welche stark verändert waren. „Hin und wieder zeigen sich im Basalt dunklere Partien von Thaler- bis Faustgrösse, mit einem bröckeligen, schwammig aufgeblähten trachytischen Kern, in dem sich noch unveränderte Quarzkörner und an den Kanten rund geschmolzene Feldspatkrystalle erkennen lassen. Letztere sind an der Grenze zum Basalt häufig bis zur Kugelform abgerundet und liegen in einem grüngelben emailartigen Glase, das gegen das Innere dieser Einschlüsse in eine gelblich graue, sehr stark aufgeblähte Masse übergeht.“

Auch die Kalkstücke sind im Basalt stärker verwandelt als im Tuffe. Am Jusi beobachtete Deffner solche Stücke, welche der Basalt aus dem benachbarten Tuff herausgerissen hatte. „Dieselben sind ..... fest mit dem Basalt verschmolzen und zeigen oft ohne eine sichere Grenze beider Gesteine einen von aussen nach innen wirkenden Schmelzungs- und Auflösungsprozess des Kalks in dem Basaltfluss. Während das Innere des Kalkbrockens noch mit Säure braust, ist dies an den Aussenseiten nicht mehr der Fall, wo ein immer dunkler werdendes Graublau den Übergang in den schwarzblauen Basalt anzeigt.“

Die Umwandlungen des Nebengesteins am Salbande der Tuffgänge.

Kontaktwirkungen am Salbande von Tuffgängen zeigen sich im Gebiete des Lias und Braun-Jura nur ausnahmsweise. Am Scheuerlesbach No. 123 ist der mergelige Kalk des Mittel-Lias schwarz gebrannt, die in ihm enthaltenen Belemniten dagegen weiss und in Marmor verwandelt, genau wie bei den im Tuffe eingeschlossenen Weiss-Jura-Stücken. An der Sonnenhalde No. 72 ist der Untere Braun-Jura im Kontakte wohl etwas verändert; aber das wird mehr die Folge der hier versickernden Wasser sein, als diejenige der hohen Temperatur des Tuffes.

Anders ist es im Weiss-Jura. Dessen Kalke zeigen häufiger eine Kontakt-Metamorphose am Salbande; und zwar ist die durch den Tuff erzeugte ganz übereinstimmend mit der durch Basalt hervorgerufenen. Der mächtige Basaltgang des Eisenrüttel No. 38 und der nur 6 Fuss mächtige bei Grabenstetten No. 126 haben den weissen Kalk schwarz gebrannt. Bei Grabenstetten dringt dies $^1/_2$ Fuss tief in den Kalk ein. Am Eisenrüttel lässt sich kein Mass angeben.

Ganz dasselbe haben die Tuffe gethan, und zwar ist bemerkenswerterweise hier bisweilen die Umwandlung tiefer in den Weiss-Jura eingedrungen. Diese Übereinstimmung in der Wirkung von Basalt und Tuff spricht gewiss gegen die von Deffner[1] geäusserte Ansicht, dass der Metamorphismus in unserem Gebiete nicht durch die hohe Temperatur der Tuffe, sondern durch aufsteigende Gase hervorgerufen sei. Es werden heisse und saure Gase aufgestiegen sein, gewiss. Aber die übereinstimmende Metamorphose am Salband und an den eingeschlossenen Gesteinsstücken können wir mit Recht auf die Temperatur des Tuffes zurückführen.

Derartige Umwandlungen am Salbande von Tuffgängen finden sich z. B. beim vierten Gang bezw. Maar an der Gutenberger Steige No. 45. Hier ist der Kalk an dem einen Salbande nur wenig verändert; es zeigen sich nur einzelne rote Flecken bis auf 10 Schritte in den Kalk hinein. Am anderen, westlich gelegenen Salbande dagegen ist der δ-Kalk auf $^1/_2$—1 Fuss dunkel rauchgrau geworden. Ebenso zeigt sich bei dem zweiten Gange an der Gutenberger Steige

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 21.

No. 43 an der einen Seite desselben dunkle Färbung des β-Kalkes auf $^1/_2$ Fuss hin.

Wenn das nur an einer Seite beobachtet wird, so ist damit aber nicht gesagt, dass die Umwandlung nicht auch an der anderen auftritt. Man bedenke, dass unsere Tuffgänge rundlichen Querschnitt haben, also die Tuffsäule im Kreise oder Oval sozusagen von einer Kalkröhre umgeben ist. Diese letztere braucht ja nun nicht gerade an allen Stellen in gleicher Weise verändert zu sein. Ein zufälliger Umstand, eine an die betreffende Stelle hingefallene grössere Partie kälteren Tuffes oder einige grosse im Tuffe steckende Kalkblöcke können die Hitze des Tuffes von der Kalkröhre an einer Stelle abgelenkt haben. Dass dem wirklich so ist, beweist der oben erwähnte vierte Gang No. 45. Oben, wo er von der Gutenbergsteige angeschnitten wird, zeigt er, wenn man ihn ansieht, links am Salbande nur rote Flecken, rechts Schwärzung. Steigt man dann aber am Abhange hinab, den Anschnitt des Ganges verfolgend, so finden wir hier gerade auf dem linken Salbande Schwärzung. Ebenso, wenn wir aufwärts steigend in das Innere des Kessels eindringen und dort links an der Kesselwand den Kontakt aufsuchen.

Weiter als in den genannten Fällen erstreckt sich diese Schwärzung des Weiss-Jurakalkes am Salbande einiger anderer Tuffgänge. Das ist der Fall bei dem Gange im Elsachthal No. 58, wo das Kontaktmetamorphband einige Schritte breit wird, übrigens auch nur an einem Salbande bemerkbar ist. Vor allem bei den westlichen der zwei Gänge in der Zittelstadt No. 60; hier zeigt sich im Strassengraben bis auf 10 Schritt Entfernung die Schwärzung des Weiss-Jurakalkes.

Die Umwandlungen am Salbande der Basaltgänge.

Bereits im Vorhergehenden habe ich angeführt, dass die Basaltgänge dem Weiss-Jurakalke im Salbande ganz dieselbe rauchgraue Färbung verleihen, wie die Tuffgänge. Ich that das, um hervorheben zu können, dass bisweilen letztere in dieser Hinsicht stärker gewirkt haben als erstere. Auch von anderen Orten kennen wir diese Art der Wirkung des Basaltes auf den Kalk. So berichtet z. B. Delesse[1] über dahingehende Beobachtungen Leonhard's in der Auvergne, nach welchen Kalksteine in Berührung mit Basalt zwar oft weiss, zuweilen aber auch grün oder graulich gefärbt wurden, namentlich wenn sie thonig waren.

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1858. S. 387.

Die Basalte haben aber mannigfachere Wirkungen am Salbande erzeugt als die Tuffgänge. Einmal haben sie auch diese letzteren verändern können und zweitens haben sie durch höhere Temperatur gewirkt. Letztere zeigt sich, wie schon im Vorigen gesagt, in der Thatsache, dass die Granite stärkere Umwandlungen erlitten, als die anderen jüngeren Einschlüsse.

So sehen wir, dass die Braun-Jurathone wie die Tuffe gehärtet werden. Ersteres zeigt sich z. B. bei dem Gange im Buckleter, NW. von Urach, No. 127, wo der Obere Braun-Jura im Kontakte gehärtet ist. Letzteres sehen wir an sehr vielen Stellen. Zugleich hat dann der Tuff häufig auch seine Farbe verändert, ist meist dunkler geworden, bisweilen auch heller, wie beim Bölle bei Owen No. 49. Endlich hat derselbe auch schieferige Struktur angenommen, indem er parallel der Kontaktfläche schiefert. Das alles zeigt sich z. B. am Hohenbohl No. 86 und dem Götzenbrühl No. 87, beide nahe Owen. Sodann am Jusi No. 55. Am Hohenbohl No. 86 ist, wie Deffner beobachten konnte, eine Partie Tuff zwischen zwei Basaltlappen eingeschlossen worden und „zu einer rotbraunen, zackig schwammigen lavaartigen Masse aufgebläht, welche ebenso zäh als hart jede Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen Tuff verloren hat.“

Die Beweise für die gangförmige Lagerung aller Tuffvorkommen im Gebiete von Urach.

Erläuterung der Verhältnisse. Beweise: Augenschein bei einer Anzahl der am Steilabfalle der Alb angeschnittenen Gänge. Basaltgänge in den Tuffmassen aufsetzend. Schräger Anschnitt der Tuffmassen im Vorlande der Alb. Niedersetzen der Tuffmassen bis in die heutigen Thalsohlen. Kontaktmetamorphose, welche die Tuffe auf das Nebengestein ausübten. Bohrung in ganz zweifelhaften Fällen. Analogiebeweis. Fernere Gründe, welche gegen die Möglichkeit sprechen, dass ein Teil der Tuffmassen nur aufgelagert sein könnte.

Das Eigenartigste und Merkwürdigste in unserem vulkanischen Gebiete sind die Lagerungsverhältnisse der Tuffe. Um das zu veranschaulichen, sei noch einmal in Kürze dargelegt, warum dem so ist.

Die von den Vulkanen der Erde zu Tage geförderten Massen gliedern sich hinsichtlich ihrer Festigkeit in zwei grosse Gruppen: Einmal die aus dem Schmelzfluss erstarrten festen Laven; zweitens die aus der Zerschmetterung des Schmelzflusses hervorgegangenen losen Aschen u. s. w., welche entstehen, wenn die in dem feurigen Brei absorbierten Gase nahe der Oberfläche desselben explodieren. So wird infolge der einen Ausbruch in der Regel begleitenden un-

aufhörlichen Explosionen weithin das Gelände mit losen Massen — Bomben, Lapilli, Aschen, also Tuff — überschüttet. Es findet mithin eine Auflagerung derselben auf den die Umgebung des Vulkans bildenden Gesteinen und auf den ausgeflossenen Laven statt. Erlischt der Ausbruch, so erstarren die aus der Tiefe in dem Eruptionskanal aufgestiegenen Schmelzmassen in dem Kanal zu einer festen Lavasäule, welche in die Tiefe hinabsetzt und im Schmelzherde wurzelt. In gleicher Weise erstarren sie in den Spalten, welche von dem Kanale aus nach allen Richtungen hin in der Erdrinde, namentlich aber in den ausgeworfenen losen Massen aufreissend, von ihnen erfüllt wurden.

Festes Lavagestein also ist es, welches in den bisher erforschten Vulkanen der Erde der Regel nach als Ausfüllungsmasse der Spalten und der in die Tiefe hinabsetzenden Kanäle auftritt, und lose Tuffmassen sind es, welche wir oben aufgelagert an der Oberfläche finden. Nur in wenigen Ausnahmefällen kennt man bisher Tuffe, welche in Gangform auftreten[1].

Nun tritt uns hier in unserem Gebiete von Urach die gewaltige Zahl von mehr als 120 vereinzelten Tuffmassen entgegen, welche, wie die Untersuchung lehrt, sämtlich diese ganz ungewöhnliche gangförmige Lagerung besitzen. Welche zudem bis in 5 und 800 m Tiefe hinab sich in dieser selben Lagerungsform verfolgen lassen. Welche endlich z. T. in verhältnismässig so engen Röhren liegen, dass man schwer begreifen kann, wie sie in dieselben hineingelangt sind.

So schwer ist das zu verstehen, dass für den, welcher diese Dinge zu bearbeiten unternahm, die Notwendigkeit sich ergab, für jeden einzelnen der Punkte, an welchen Tuffe in unserem Gebiete auftreten, genau die Lagerungsverhältnisse zu untersuchen. Am Steilabfalle der Alb freilich, an welchem die saigeren Gänge bisweilen vorzüglich angeschnitten sind, lehrt der Augenschein in solchen selteneren Fällen sofort ihre Gangnatur. In zahlreichen Fällen ist das aber auch hier nicht einmal ohne weiteres zu erkennen; und vollends schwierig wird das im hügeligen Vorlande der Alb, in welchem viele vereinzelte Tuffmassen liegen, bald Berge, bald kaum bemerkbare Erhöhungen bildend, denen jeder Geolog eine Gangnatur von vornherein absprechen möchte. Harmlos, wie ganz normal auf Lias und Braun-Jura oben aufgelagerte Massen, erscheinen sie

[1] Wir werden dieselben später betrachten s. „Vergleichung . . . . Gangförmig gelagerte Tuffe an anderen Orten der Erde".



jedem. Hier bedurfte es überall eingehender Untersuchung, denn nur auf solche Weise liess sich für jeden Einzelfall die Frage entscheiden, ob wirklich hier der aus dem Braun-Jura oder Lias herausschauende Kopf eines senkrecht stehenden Tuffganges vorliegt oder nur der Erosionsrest einer einst ausgedehnten, jenen Sedimentschichten aufgelagerten Tuffdecke oder der Aschenkegel eines echten Vulkanes. Wenn diese Gänge die Ausfüllung langhinstreichender, schmaler Spalten wären, so würde man durch den geradlinigen Verlauf der Tuffmassen an der Erdoberfläche sofort den Beweis erhalten, dass es sich um Gänge handelt. Aber das ist nicht der Fall. Fast stets haben diese tufferfüllten Ausbruchskanäle einen rundlichen Querschnitt. Der Tuffgang bildet daher nicht eine senkrecht stehende lange, schmale Platte, sondern eine senkrechte runde Säule, deren Kopf an der Erdoberfläche einen Tufffleck von rundlichem Umrisse erzeugt. Entweder ragt derselbe als Berg oder Erhöhung über seine Umgebung hervor oder er ist, in selteneren Fällen, ganz eingeebnet. Eine derartige Bildung aber gleicht vollkommen derjenigen, welche entstehen kann, wenn eine aufgelagerte, grosse Tuffdecke durch Erosion in eine Anzahl vereinzelter Berge zerschnitten ist. Dazu gesellen sich dann andere Fälle, in welchen die Tuffmasse ganz den Eindruck hervorruft, als sei sie an einen aus Braun-Jura oder Lias bestehenden Bergabhang angeschwemmt, also angelagert worden. Stets musste im Auge behalten werden, dass ja — wie das z. B. in Mittelschottland der Fall ist — leicht möglicherweise nur in einem Teile dieser Tuffvorkommen wirklich die Köpfe von Gängen, dass aber in einem anderen Teile lediglich auf- und angelagerter Tuff vorliegen könnte; sei es, dass derselbe an Ort und Stelle durch einen subaërischen Vulkanausbruch aufgeschüttet, sei es, dass er durch Wasser oder Eis angeschwemmt worden wäre.

Es ist in der Beschreibung des vulkanischen Gebietes von Urach ja in jedem einzelnen der zahlreichen Fälle gesagt worden, durch welche Gründe hier erstens die gangförmige Lagerung überhaupt und zweitens die Entstehung des Tuffes an Ort und Stelle sich beweisen lässt. Ich will daher jetzt ein Gesamtbild dieser Gründe geben, auf welche der Nachweis der Gangnatur unserer Tuffe und ihrer Entstehung an Ort und Stelle sich stützt.

I. Bei den am Steilabfalle der Alb angeschnittenen Gängen genügt selbstverständlich der Augenschein, um die Gangnatur der Tuffe zu erkennen. Indessen ist damit, dass man hier einen saigeren

Tuffgang mehr oder weniger senkrecht angeschnitten sieht, immer noch nicht erwiesen, dass die, den betreffenden Kanal füllende Tuffmasse auch wirklich in demselben zum Ausbruche gelangt ist. Sie könnte ja an anderer Stelle oben auf der Alb entstanden und dann von oben her in die Röhre hinabgespült worden sein. Freilich sehen wir, dass eine solche Verfrachtung der Tuffe weder durch Eis noch durch Wasser vor sich gegangen sein kann. Indessen ist es doch von Wert, dass wir noch in anderer Weise Gewissheit darüber erlangen können, dass der Tuff auch wirklich in der Röhre selbst zum Ausbruch gelangte. Das geschieht nun dadurch, dass in dem grossen Tuffgange wiederum ein kleiner Basaltgang aufsetzt. Letzterer ist gewiss ein unanfechtbarer Beweis dafür, dass wirklich aus dieser Röhre ein Ausbruch erfolgte, welcher dann nicht nur den Basalt, sondern auch den Tuff lieferte. Allerdings kennen wir bisher unter den am Steilabfalle der Alb senkrecht angeschnittenen Tuffgängen erst zwei, welche gleichzeitig auch Basalt beherbergen. Es sind das der in die Tiefe setzende Gang des Randecker Maares No. 39 und derjenige des vierten Ganges des Maares No. 45 oben an der Gutenberger Steige. Vielleicht könnte man hier noch drittens auch das Maar mit dem Hofbrunnen No. 20 nennen, welches zwar oben auf der Alb, aber doch nahe am Steilabfalle liegt. Senkrecht angeschnitten ist der Tuffgang desselben aber nicht.

II. Bei allen im Vorlande der Alb auftretenden Tuffmassen liegen die Dinge weniger einfach.

1. Ein Teil derselben, 10 an der Zahl, ist gleichfalls durch das Aufsetzen von Basaltgängen in den Tuffmassen gekennzeichnet. Nun könnten letztere, wenn ihre Lagerungsverhältnisse nicht die Gangnatur verraten, sehr wohl immer noch Erosionsreste einer einst über die weite Gegend ausgebreitet gewesenen Tuffdecke sein. In diese Decke könnte dann hier und da der Basalt von unten her eingedrungen sein. Das wäre an sich sehr gut möglich. Aber ein völlig unwahrscheinliches Zusammentreffen würde es doch sein, wenn bei der, bis auf diese Punkte völlig spurlosen Abtragung der Tuffdecke gerade immer an den Stellen der Tuff liegen und erhalten geblieben wäre, an welchen zufällig in der Tiefe ein kleiner Basaltgang steckt. Es müsste dann doch wenigstens an einigen dieser Stellen auch einmal der Tuff vom Basalte abgewaschen sein, so dass nun der Basaltgang allein aus dem Lias oder Braun-Jura hervorschaute. Das findet indessen auch nicht an einer einzigen Stelle unseres Gebietes statt. Nur oben im Weiss-Jura, meist auf der Alb,

finden sich 6 andere, unter den 10 nicht mitgerechnete, Basaltgänge ohne Tuff[1]. Aber hier oben auf der Alb wird niemand das einstige Dasein einer Tuffdecke annehmen können. Andernfalls müssten jetzt dort, nach dem Wegwaschen der Decke, alle Maarkessel bis an den Rand mit Tuff erfüllt sein. Das ist aber durchaus nicht der Fall.

Die 10 Tuffmassen im Vorlande der Alb, deren Gangnatur sich auf solche Weise verrät, sind die folgenden: Hohenbohl No. 86; Götzenbrühl No. 87; Kraftrain No. 76; Sulzburg-Berg No. 48; Bölle bei Owen No. 49; Jusi No. 55; Bettenhard bei Linsenhofen No. 96; am Authmuthbache No. 100; am Hofwald No. 106; Gaisbühl No. 122[2].

2. Ein anderer Teil der im Vorlande gelegenen Tuffmassen gewährt, ganz wie am Steilabfalle, einfach durch die seine Lagerung verratenden Aufschlüsse die sichere Überzeugung, dass wirklich Gangbildungen vorliegen. Wenn man z. B. an der Sonnenhalde No. 72 sieht, wie der Tuff oben am Waldaufschlusse senkrecht neben dem Unteren Braun-Jurathon hinabsetzt, so kann an eine Anlagerung des Tuffes an den Thon nicht mehr gedacht werden.

3. Auf den ersten Blick etwas weniger klar springt die Gangnatur in die Augen bei Vorkommen, wie sie uns z. B. bei dem Lichtenstein No. 71 entgegentritt. Dieser setzt im Unteren Braun-Jura auf. Wir haben hier nicht mehr wie dort, einen senkrechten Aufschluss, sondern nur den schrägen Abhang eines mit Feldern bedeckten Berges. Aber vom Gipfel bis zum Fusse desselben zieht sich ein breiter Streifen Tuffbodens hinab, welcher rechts und links von Thonboden des Braun-Jura flankiert wird: Deutlichster Beweis, dass wir hier einen saigeren Tuffgang, im Unteren Braun-Jura aufsetzend, vor uns haben, welcher durch den Bergabhang schräg von oben-hinten nach unten-vorn durchschnitten wird.

Ein mehr oder weniger ähnliches Verhalten zeigen besonders die Vorkommen am S.-Abhange des Aichelberg No. 75; Egelsberg No. 79; an der Steige von Bissingen nach Ochsenwang No. 82; Alte Reuter No. 50; NW.-Ende des Metzinger Weinberges No. 102; Dachsbühl No. 104; Schafbuckel No. 119; Gaisbühl No. 122.

---

[1] Nämlich vier oben auf der Alb und zwei in Albthälern. Eigentlich sind es nur fünf, denn der im Buckleter No. 127 hat auch ein wenig Tuff.

[2] Die oben genannten Gänge No. 48, 49, 55 sind zwar als am Steilabfalle der Alb liegend beschrieben. Da sie aber auf voriger Seite nicht unter I mit aufgeführt werden konnten, weil nicht senkrecht angeschnitten, so nenne ich sie hier.

4) Einen weiteren Beweis für die Gangnatur müssen wir in dem Niedersetzen der Tuffmassen bis in die heutigen Thalsohlen erblicken. Ganz besonders auch dann, wenn diese Thäler keine wagerechte Sohle besitzen, sondern nur erst als Keil oder Kerbe einschneiden. Die folgende Überlegung wird das erklären: Die Ausbrüche der Tuffe sind in mittelmiocäner Zeit erfolgt; zu dieser können unmöglich die Thäler in den weichen Jura- und Lias-Thonen bereits bis zu ihrer heutigen Tiefe ausgefurcht gewesen sein. Wenn nun trotzdem der Tuff sich an den Gehängen von der Höhe bis auf die heutigen Thalsohlen hinabzieht, so muss er notwendig als Gang die betreffenden Schichten durchsetzen. Wäre er nämlich zur Zeit seines Ausbruches auf die damalige Thalsohle aufgelagert worden — durch einen subaërischen Ausbruch aufgeschüttet oder durch Wasser von anderer Stelle her angeschwemmt — so könnte er heute, nachdem sich das Thal so sehr vertieft hat, nur noch hoch oben über der jetzigen Thalsohle am Gehänge erscheinen. Freilich könnte man entgegnen, dass er allmählich am Gehänge hinabgespült worden sei. Das müsste indessen doch in anderer Weise geschehen, als es der Fall ist: Wenn es sich z. B. um einen freistehenden, regelmässig kegelförmigen Berg handelt, wie der Egelsberg No. 79, Fig. 57, so müsste der Tuff von dessen Gipfel aus auf allen Flanken hinabgerieselt sein, denn alle sind ja gleich gestaltet, nicht aber nur auf einer Flanke in einem verhältnismässig schmalen Streifen bis auf die heutige Thalsohle hinab.

Ganz dieselbe Überlegung gilt bei der Annahme, dass der zu mittelmiocäner Zeit ausgeworfene Tuff etwa erst in diluvialer Periode durch Wasser oder Eis in die Thäler verfrachtet und dort an die Gehänge angelagert sei. Zwar ist es ja, wie wir sahen, wahrscheinlich, dass Hauptthäler, wie der Neckar, in diluvialer Zeit bereits ebenso tief waren wie heute. Aber nun und nimmer gilt das von den zahlreichen kleinen Nebenthälern, welche oben auf der Braun-Jura- oder Lias-Fläche in die weichen, meist thonigen Schichten derselben eingegraben sind. Diese sind sicher in ihrer heutigen Tiefe das Erzeugnis jüngerer Zeiten und noch in fortwährender Vertiefung begriffen.

Ganz besonders wieder gilt das von den Thälern, gleichviel ob sie im Vorlande oder am Steilabfalle der Alb liegen, welche noch gar keine wagerechte Thalsohle besitzen, sondern sich als keilförmige Kerbe in das Gelände einschneiden (Fig. 40). Setzt hier der Tuffstreifen, rechts und links von Juraboden flankiert,

bis auf die Sohle hinab, so muss er ganz sicher gangförmig gelagert sein.

Solch Hinabsetzen bis in die Thalsohlen — teils mit wagerechtem Alluvialboden, teils mit kerbeförmigem Boden — findet sich z. B. in den folgenden Fällen: S. von Hengen No. 15; Jusiberg am Kohlberger Arm No. 55; im Elsach-Thale No. 58; am Mohrenteich No. 59; im Zittelstadt-Thale, westlicher Gang No. 60 und östlicher No. 62; an der Wittlinger Steige No. 63; im Riedheimer Thal No. 64; Bürzlen-Berg No. 68; Kugelbergle No. 69; Lichtenstein No. 71; Kraftrain No. 76; Egelsberg No. 79; S.-Abhang des Käppele No. 89; Kräuterbühl No. 92; Bettenhard No. 96; Burrisbuckel No. 97; am Authmuthbache No. 100; Authmuthbölle No. 115; Sulzhalde No. 117; Höslensbühl No. 118; Schafbuckel No. 119; Scheuerlesbach No. 123; Scharnhausen No. 124.

Man sieht, es ist eine sehr stattliche Reihe von Tuffgängen, bei welchen sich das Hinabsetzen bis in die heutige Thalsohle beobachten lässt.

5) Ein fernerer Beweis für die Gangnatur der Tuffmassen liegt in ihrer Kontaktmetamorphose. Wenn kalter Tuff in vorhandene Spalten oder Kanäle von oben her hinabgespült wird, so kann er unmöglich die aus hellem Jurakalk bestehenden Wände der letzteren rot oder dunkelrauchgrau machen. Solche Kontaktmetamorphose sehen wir aber am Salband in einer ganzen Reihe von Fällen, meist $^1/_2$ bis 1 Fuss, bisweilen selbst mehrere Fuss tief eindringend. Der Tuff muss also heiss gewesen sein, d. h. aus diesem Kanale ausgeworfen und auch noch im heissen Zustande, also sofort, in denselben zurückgefallen sein. Derartige Beweise finden sich an den folgenden Orten: Zweiter und vierter Gang an der Gutenberger Steige No. 43 und 45; W.-Gang im Zittelstadt-Thale No. 60; im Elsach-Thale No. 58. Bei diesen vieren im Weiss-Jura. Sodann am Scheuerlesbache No. 123 im Mittel-Lias. Man sieht, die Zahl dieser Gänge ist keine grosse. Aber den thonigen Schichten des Lias und Braun-Jura gegenüber war natürlich die Hitze des Tuffes machtlos. Hier konnte nur Basalt mit seiner höheren Temperatur wirken.

6) In einer Anzahl von Fällen war keines der im Vorhergehenden besprochenen Merkmale vorhanden oder doch genügend klar ausgebildet, um mit Sicherheit die Frage zu entscheiden, ob ein Gang oder nur eine aufgelagerte Masse vorliege. In diesen Fällen konnte nur durch eine Bohrung (s. vorne S. 1) Klarheit

erlangt werden. Die Bohrungen wurden an den unten aufgezählten Punkten veranstaltet. Sie führten so gut wie ausnahmslos zu dem Ergebnisse, dass keine Auflagerung, sondern gangförmige Lagerung des Tuffes vorliege[1]. Erwägt man nun, dass die Punkte, an welchen dieses auf solche Weise nachgewiesen wurde, gerade zu den zweifelhaftesten unseres Gebietes gehören, welche man am ehesten für aufgelagerte Erosionsreste einer einst auf dem Braun-Jura und Lias ausgebreitet gewesenen Tuffdecke ansehen möchte, so wird durch den Erfolg der Bohrungen gerade bei diesen Punkten die sichere Gewähr gegeben, dass alle unsere Tuffmassen wirklich Gänge sein müssen.

Die Punkte, an welchen dies durch Bohren nachgewiesen wurde, sind die folgenden 14: Jusiberg No. 55; Egelsberg No. 79; Käppele bei Dettingen No. 88; Bölle bei Reudern, O.- und W.-Punkt No. 90 und 91; Kräuterbühl im Tiefenbachthal No. 92; Burrisbuckel bei Frickenhausen No. 97; Grafenberg NW.-Punkt No. 109; Grafenberg SO.-Punkt No. 111; Hengstäcker bei Klein-Bettlingen No. 112; N. von Gross-Bettlingen No. 114; Kräuterbuckel bei Raidwangen No. 116; Sulzhalde No. 117; Scharnhausen No. 124.

7) Der letzte Beweis, welchen ich, wenn er auch sehr schwach ist, anführen will, wird durch die Analogie geführt. Alle Tuffmassen besitzen durchaus gleiche Beschaffenheit. Bei der erdrückenden Mehrzahl lassen sich die Gangnatur und die Entstehung an Ort und Stelle beweisen. Folglich wird das auch bei den wenigen einzelnen der Fall sein, bei welchen sich dieser Beweis nicht führen lässt.

Wenn ich nun im Vorhergehenden die Beweise aufgeführt habe, durch welche sich die gangförmige Lagerung unserer Tuffmassen darthun lässt, so möchte ich doch im Folgenden auch noch die Gründe anführen, welche direkt gegen die Möglichkeit sprechen, dass ausser den Gängen auch noch aufgelagerte Tuffmassen vorhanden sein könnten. Ich glaube dabei am klarsten, wenn auch umständlichsten zu verfahren, wenn ich den Leser denselben Weg der Zweifel und Gedanken führe, welchen ich draussen im Felde

---

[1] Nur am St. Theodor No. 54 kam es zu keinem entscheidenden Ergebnisse. Das dortige einzige Bohrloch wurde auf einer ungünstigen Stelle angesetzt, unter welcher dann natürlich Oberer Braun-Jurathon erbohrt wurde. Die Lage und Gestaltung dieses Bühls stimmen jedoch derart mit derjenigen anderer überein, welche, wie das Bölle bei Owen, zweifellose Gänge bilden, dass ich auch bei dem St. Theodor ohne weitere Bohrung sicher von der Gangnatur desselben überzeugt bin.



angesichts jener stummen Tuffberge zurücklegen musste. Denn ich glaube damit nur dieselben Zweifel und Gedanken auszusprechen, welche in jedem anderen Beobachter aufsteigen mussten, falls sich derselbe nicht von vornherein gefangen nehmen lassen wollte von der, doch erst zu beweisenden Anschauung, dass alle unsere Tuffmassen notwendig Gänge bilden müssten. Einer so absonderlichen Erscheinung gegenüber wie dieser hat aber der Beobachter geradezu die Pflicht zu zweifeln, solange er das nur vermag; und das gilt in um so höherem Masse, als[1] in dem so gleich gearteten vulkanischen Gebiete von Central-Schottland neben den Tuffgängen auch zahlreiche nur oben aufgelagerte Tuffmassen auftreten, welche z. Th. in genau derselben Weise als kegelförmige Berge aufragen wie die gangförmig gelagerten dortigen Tuffe.

Die Vorstellung, dass ein Teil unserer Tuffmassen, wie Quenstedt und Möhl (s. das Geschichtliche) aussprachen, keineswegs in Form von Gängen aufträte und keineswegs selbständige Ausbruchspunkte bildete, muss besonders in der weiteren Umgebung des Riesen unter unseren Tuffbergen, des Jusi No. 55, Nahrung erhalten. Ich will daher an diesem besonderen Falle zeigen, auf welche Gründe sich solche Vorstellung stützen und warum sie doch nicht aufrecht erhalten werden könnte, selbst wenn keine Beweise vom Gegenteil vorlägen.

Auf diesem Teile unseres Gebietes haben wir eine ganz besonders grosse Zahl vulkanischer Punkte. Dieselben gliedern sich nach ihrer Lage in vier Gruppen. Die erste umfasst die drei Punkte bei Kohlberg No. 98, 99, 100. Diese liegen nördlich, nahe dem Jusi und sind sämtlich klein. Die zweite Gruppe besteht aus den sechs Vorkommen östlich von Metzingen No. 101, 102, 103, 104, 105, 106; dieselbe liegt im W. des Jusi und umfasst zum Teil weit ansehnlichere Vorkommen. Die dritte Gruppe, nordwestlich vom Jusi gelegen, enthält die vier bei Grafenberg auftretenden Tuffmassen No. 108, 109, 110, 111. Zu der vierten Gruppe gehören vier bezw. fünf Punkte im N. von Grossbettlingen No. 113, 114, 115, 116, 117.

Diese zahlreichen Vorkommen von Tuff werden sämtlich beherrscht von der gewaltigen Masse des Jusi No. 55. Unwillkürlich drängt sich dem Beobachter zunächst der Gedanke auf, dass, wenn nicht alle, so doch ein Teil dieser kleinen, den Jusiberg umgebenden Tuffmassen zu letzteren in einem Abhängigkeitsverhältnisse stehen möchten.

---

[1] s. später: „Vergleichung . . . . Gangförmig gelagerte Tuffe an anderen Orten der Erde.“

Die Stärke, mit welcher sich diese Vorstellung zur Geltung bringt, hängt wiederum (s. vorne S. 174) von dem Wege ab, welchen der Untersuchende eingeschlagen hat. Aber selbst wer den von uns in dieser Arbeit zurückgelegten Weg auch draussen in der Natur gewandelt ist, also oben auf der Alb begann, dann die am Steilabfalle auftretenden Gänge untersuchte und nun erst den im Vorlande befindlichen Massen sich zuwendet, wird hier dem Gedanken Raum geben, dass ein Teil dieser Massen vom Jusi ausgeschleudert sein könnte; oder dass ausser diesem noch einige weitere Ausbruchscentren vorhanden seien, von welchen die anderen ausgeworfen wären.

Vollends aber wird derjenige eine solche Vorstellung gewinnen und sorgfältig abwägen, der — wie ich das bei der Untersuchung absichtlich that, um nicht mit der vorgefassten Meinung dieselbe zu beginnen, alle Tuffmassen müssten Gänge sein — der zufällig den umgekehrten Weg einschlägt und, bei der Gruppe von Grossbettlingen beginnend, alle diese den Jusi umgebenden Vorkommen zuerst untersucht. Einem solchen Beobachter wird sich bei jedem neuen Tuffpunkte, den er hier kennen lernt, immer wieder der Gedanke aufdrängen, dass diese Vorkommen nicht selbständig, sondern durch den Jusi erzeugt worden seien. Immer aufs neue wird in seiner Vorstellung die folgende Reihe von Gedanken entstehen:

„Der Jusi ist ein richtiger, subaërisch aufgeschütteter Vulkan wesen. Zu der Zeit, in welcher der Jusi seinen Ausbruch hatte, war das hier in Rede stehende Gebiet, mindestens zwischen Erms und Steinach, bereits der Alb beraubt, also der unter dieser liegende Braun-Jura bezw. Lias bereits freigelegt. Diese bildeten ein hügeliges Gelände. Dieses Gebiet wurde nun vom Jusi aus mit seinen Aschenmassen überschüttet, welche eine mehr oder weniger zusammenhängende Decke im N. und W. desselben bildeten. Spätere Erosion zerschnitt dieselbe, entfernte den grösseren Teil und liess nur eine Anzahl getrennter Tuffmassen als Erosionsreste zurück. Diese mussten jetzt natürlich vorwiegend auf den heutigen Bergkuppen liegen geblieben sein, denn in den dazwischen eingeschnittenen Thälern war ja die Tuffdecke bereits weggewaschen. In der That liegen auch diese Tuffpunkte wesentlich auf dem Gipfel von Braun-Jura- bezw. Liashöhen."

Als ich so zuerst auf dem Gipfel des Kräuterbuckel bei Raidwangen No. 116 den kaum eine Erhöhung bildenden Tuff sah, drängte sich sofort die Vorstellung auf, dass der letztere einst mit demjenigen des Authmuthbölle No. 115 und der Sulzhalde No. 117 in Zusammen-

hang gestanden habe und nur durch die spätere Thalbildung von demselben getrennt worden sei. Die gleiche Vorstellung bildete sich gegenüber den vier so nahe beieinander gelegenen Punkten des Grafenberges No. 108, 109, 110, 111. Vor allem aber schienen der Tuff auf dem Gipfel des Weinberg-Berges bei Metzingen No. 102 und derjenige auf dem gleichhohen gegenüberliegenden Hofbühl No. 103 ebenso ein- wie aufdringliche Beweise für jene Auffassung. Gerade hier war die Oberflächengestaltung wie geschaffen zu der Annahme, dass zur Zeit des Ausbruches diese beiden Braun-Juraberge noch zusammenhingen; dass sich auf dieser ihrer Plattform eine Tuffdecke ablagerte, und dass diese endlich durch die, beide Berge jetzt trennende Thalbildung grösstenteils entfernt und in diese beiden Gipfelreste zerschnitten wurde.

Hatte ich nun zuerst daran gedacht, der gewaltige Jusi könne als regelrechter Vulkan das alleinige Ausbruchscentrum für diese vielen Tuffpunkte sein, so ergab sich mir bald die veränderte Vorstellung, dass unmöglich alle diese Tuffmassen vom Jusi herrühren könnten; sondern dass wenigstens mehrere Ausbruchscentren vorhanden seien, deren jedes in der geschilderten Weise die um dasselbe liegenden kleineren durch Aufschüttung die Tuffflecke erzeugt habe. Der Grund, welcher zu dieser veränderten Auffassung hindrängte, war der, dass in jeder der obengenannten vier Gruppen ein, bezw. auch einige Vorkommen durch riesige Weiss-Jurablöcke ausgezeichnet sind, während bei den anderen der betreffenden Gruppe nur kleinere Stücke dieses Gesteines auftreten. Als solche Centra schienen sich zu ergeben: Das Authmuthbölle No. 115 für die Vorkommen vom Kräuterbuckel No. 116 und der Sulzhalde No. 117. Der Geigersbühl No. 113 für das ihm nördlich vorgelagerte Vorkommen No. 114. Der Grafenberg No. 108 für die drei ihn umgebenden Tuffmassen: No. 109, 110, 111. Der Jusi No. 55 für diejenigen bei Kohlberg No. 98, 99, 100. Der Florian No. 101 und Metzinger Weinberg No. 102 für die zwischen ihnen liegenden kleineren Massen No. 104 und 105.

So gewaltige Weiss-Jurafetzen, wie wir sie an den genannten Orten finden, konnten nämlich unmöglich vom Jusi aus auf so weite Entfernung durch die Luft geschleudert worden sein; denn sie liegen auf dem Florian No. 101 2 km, dem Metzinger Weinberg No. 102 und dem Grafenberg No. 108 3 km, dem Geigersbühl bei Grossbettlingen No. 113 gar 5 km weit vom Jusi entfernt. Das Vorhandensein so gewaltiger Blöcke deutete daher mit Notwendigkeit darauf hin, dass an den betreffenden Örtlichkeiten selbständige Ausbruchs-

centren vorlägen. Umgekehrt aber deutete das Fehlen grosser Blöcke bei den, diesen Centren benachbarten Punkten wieder darauf hin, dass diese von jenen aus erzeugt worden seien.

So war also in meiner Vorstellung der Jusi sehr bald von der Höhe der alles beherrschenden Rolle herabgesunken und nur an die Stelle des einen, gewaltigen, war eine Mehrzahl kleinerer Ausbruchsorte geschoben. Damit war aber bereits die Anschauungsweise durchlöchert, welche von Erosionsresten einer einstigen, auf Braun-Jura und Lias abgelagerten Tuffdecke ausging. Musste ich nämlich, um der riesigen Weiss-Jurablöcke willen, jenen kleineren Punkten die Selbständigkeit als Ausbruchscentren zuerkennen, so war ich auch gezwungen, zuzugeben, dass sich an diesen Punkten zur Zeit des Ausbruches noch die Alb befand. Woher sollten denn sonst diese grossen Blöcke auf den kleineren Ausbruchscentren gekommen sein.

Während also meine ganze Anschauungsweise ursprünglich nur auf die Annahme gegründet werden konnte, dass zur Zeit des Ausbruches in diesem ganzen Gebiete nördlich des Jusi bereits die Alb entfernt und der Braun-Jura und Lias freigelegt gewesen seien, so wurde ich nun gezwungen, mir zuzugestehen, dass mindestens an den Orten jener fünf Ausbruchscentren noch die Alb vorhanden gewesen sein musste. Unmöglich konnte man nun aber an fünf vereinzelte Erosionsreste der Alb denken, welche sich gleich Inseln aus dem sie rings umgebenden Braun-Jura- und Liasgebiete erhoben hätten. Denn wie wäre der Vulkanismus dazu gekommen, gerade nur diese Inselstellen zum Ausbruche aufzusuchen; an welchen er zudem noch die ganze Dicke der Alb durchbohren musste, während dicht daneben das von Weiss-Jura bereits befreite Braun-Jura- und Liasgebiet einen viel kürzeren Durchweg gestattet hätte? Man sehe nur die Karte daraufhin an. Wie sollte z. B. an Stelle des heutigen Grafenberges noch eine Albinsel gewesen sein; an Stelle der beiden, ihm nördlich ganz dicht vorliegenden Tuffpunkte aber schon Gelände des Unteren Braun-Jura. Das war unmöglich. Meine Annahme führte zu widersinnigen Folgerungen.

Blicken wir zurück: Es ergab sich, dass notwendig ausser dem Jusi mindestens noch mehrere, fünf andere Ausbruchscentren angenommen werden mussten. Als diese ausbrachen, musste hier die Alb gewesen sein. Diese fünf Stellen liegen aber über das ganze Gebiet zerstreut. Unmöglich können das fünf vereinzelte,

inselförmige Albberge gewesen sein. Folglich muss zur Zeit des Ausbruches die Alb noch dieses ganze Gebiet überzogen haben; Braun-Jura und Lias waren also dort noch nicht freigelegt. Es kann mithin von einer auf letzteren ausgebreitet gewesenen Tuffdecke, deren Erosionsreste uns heute vorlägen, gar keine Rede sein. Diese heute auf Braun-Jura und Lias gelegenen Tuffpunkte müssen daher sämtlich, ohne Ausnahme selbständige Ausbruchsstellen sein, deren Eruptionen sich einst oben auf der Alb ereigneten. Der Umstand, dass einige der Punkte grosse Weiss-Jurablöcke besitzen, andere nur kleine, ist also ein ganz zufälliger, teils durch das Hinabstürzen in den Ausbruchskanal, teils durch die Erosion, durch das Vorhandensein oder Fehlen des Schuttmantels bedingter.

Gegen die Annahme, dass unsere Tuffberge im Vorlande der Alb, wenigstens zum Teil, durch subaërische Ausbrüche aufgeschüttete Berge, also echte Vulkankegel sein könnten, spricht endlich auch das Auftreten des Schuttmantels aus Weiss-Jurastücken, welcher viele derselben umgiebt. Diese Berge bestehen nämlich zum grossen Teile keineswegs aus Tuff allein; sondern der Sockel des Berges ist aus Braun-Jura aufgebaut, der Gipfel aus Tuff. Nur dieser Gipfel, soweit er aus Tuff besteht, ist nun mit einem solchen Schuttmantel umgeben, nicht aber auch der Braun-Jurasockel.

Nun denke man sich auf einem Braun-Juraberge einen vulkanischen Ausbruch stattfindend. Es wird ein Aschenkegel aufgeschüttet. Wie soll dieser zu dem Schuttmantel aus Weiss-Jurastücken kommen? Wenn aber doch, warum dann schlug sich der Mantel nicht auch um den Jurasockel herum? Wann soll das geschehen sein? Diese Fragen können keine Beantwortung finden, solange man die Entstehung unserer Tuffberge auf die subaërische Aufschüttung richtiger Vulkankegel zurückführen will. Nur dann ist die Entstehung eines solchen Schuttmantels möglich, wenn Maarkessel vorhanden waren, in denen er sich zunächst sammeln konnte; wenn diese Maarkessel im Weiss-Jura ausgesprengt wären; wenn sich an dieselben nach abwärts tufferfüllte Kanäle schlossen, welche durch die Denudation aus den einschliessenden Weiss-Juraschichten herausgearbeitet wurden.

Während auf solche Weise sich mir die Frage theoretisch entschied, führte zu gleicher Zeit die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse, und in dennoch zweifelhaften Fällen später das Bohren,

zu ganz denselben Ergebnissen, dass in allen diesen mehr als 125 Tuffpunkten selbständige Ausbruchsstellen zu sehen seien, dass zur Zeit der Eruptionen die Alb noch das ganze Gebiet zwischen Erms und Steinach überzog.

Genau dieselbe Überlegung, welche uns über letzteres Gebiet Klarheit verschaffte, gilt aber natürlich auch von dem gesamten Landstriche im Vorlande der Alb, über welchen unsere vulkanischen Tuffe verstreut sind.

Die Entstehungsweise der, die röhrenförmigen Kanäle füllenden Tuffmassen des Gebietes von Urach.

Anschauungen von Schübler, Quenstedt, Deffner. Prüfung der Fragen: Sind unsere Tuffe unter Mitwirkung von Eis entstanden? Sind sie unter derjenigen von Wasser im fliessenden Zustande entstanden? Sind sie als Schlammtuffe entstanden? Oder als sogenannte Schlammlava? Welcher Abteilung von Tuffen gehören diejenigen der Gruppe von Urach also an?

Vor uns liegt die Thatsache, dass in dem Gebiete von Urach auf verhältnismässig kleinem Raume die überaus grosse Zahl von etwa 120 röhrenförmigen Kanälen mit einer vulkanischen Tuffbreccie erfüllt ist, deren Eigenschaften auf S. 493 u. f. dargelegt worden sind.

Sodann die Thatsache, dass diese Füllung in den Kanälen sich bis in eine Tiefe von etwa 5 bis 800 m hinab verfolgen lässt, wahrscheinlich aber noch tiefer hinabreicht.

Drittens die Thatsache, dass diese Kanäle z. T. einen verhältnismässig recht geringen Querschnitt besitzen.

Fest steht ferner, dass wir bisher auf Erden nur eine geradezu winzige Zahl solcher Fälle kennen (s. später), in welchen vulkanische Ausbruchskanäle oder Spalten mit einer gleich gearteten Tuffmasse erfüllt sind; dass dagegen so gut wie überall auf Erden die bisher bekannten vulkanischen Ausbruchskanäle oder Spalten durch festes Eruptivgestein, Lava, Basalt u. s. w., ausgefüllt werden.

Dieser ganz auffallende, merkwürdige Gegensatz unseres Gebietes zu so gut wie allen bisher bekannten der ganzen übrigen Erde fordert eine sorgfältige Prüfung der Art und Weise, in welcher unsere Tuffbreccien in diese z. T. so engen Kanäle und bis in so grosse Tiefe hinab gekommen sind.

Stehen wir hier bei jedem dieser 120 Kanäle und Spalten vor einem selbständigen Ausbruchspunkte, aus welchem die Tuffmasse ausgeworfen, in welchen sie aber auch wieder zurückgefallen ist? Selbst wenn der Durchmesser der Röhre ein so kleiner ist, dass

man nicht recht begreift, wie bei dem Vorgange des Ausblasens dennoch die Röhre sich anfüllen konnte? Ist daher diese tuffige Füllmasse etwa erst später in die Röhren gelangt? Sei es hinabgeschwemmt durch Regengüsse oder durch eine grössere Wasserflut; sei es hinabgeschoben durch Gletscher, welche sich über unser Gebiet fortbewegten?

Auch früher bereits haben diese „rätselhaften" Erscheinungen in unserem Gebiete jene Fragen und ihre Beantwortung angeregt: Schübler[1] hebt bei Besprechung des Tuffes an der Räubersteige hervor, derselbe erwecke den Eindruck, als sei er durch eine vom oberen Teile des Berges ausgehende „Strömung" hier abgesetzt worden. Er denkt sich also wohl Wasser als Ursache.

Mit scharfem Blicke hat schon 1842 Quenstedt, das schwer zu Erklärende dieser Tuffbildungen hervorhebend, darauf hingewiesen[2], dass diese grossen Kalkblöcke auf den Gipfeln der Tuffberge nicht durch Gletscher dorthin gebracht sein können. „Lägen diese Kalkblöcke auch in den Thälern und nicht bloss auf den Tuffgipfeln, kämen sie nicht so gesetzlich immer nur mit dem Tuff zusammen vor, so würde ich, der ich vielleicht zuletzt an die Gletscher in Deutschland glaube, zu diesem verzweifelten Erklärungsmittel die letzte Zuflucht nehmen. Allein schon das Vorkommen der Kalkblöcke mit Tuffen, und zwar so, dass keines ohne das andere bestehen kann, erlaubt keine Erklärung durch Gletscher."

Mehr als 40 Jahre später — freilich war dieser Zeitraum Untersuchungen ganz fernliegender Art gewidmet — steht Quenstedt noch vor demselben Rätsel und sagt von unseren Tuffen[3]: „Ihre Bildung genügend zu erklären, macht eigentümliche Schwierigkeiten." Über die Granite in den Tuffen äussert er sich: „Einige wollen sie für losgesprengte Stücke aus dem Erdinnern halten, doch scheint dem die geschiebeartige Natur zu widersprechen" (S. 88). Hinsichtlich der Weiss-Jurablöcke auf und in den Tuffen kommt er (S. 89) zu dem Ergebnisse: „Entweder müssen sie die Reste weggeschwemmter Gebirge oder von aussen hingeschoben sein. Von grossartigen Wegschwemmungen hört man zwar viel reden, aber der strikte Beweis kann nicht recht geführt werden" .... „Schiebende Kräfte, sei es Wasser oder Eis, scheinen mitgewirkt zu haben." Auch warnt er

[1] Württembergische Jahrbücher von Memminger. 1824. S. 374.
[2] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1842. S. 309.
[3] Geologische Ausflüge in Schwaben. Ausgabe 2. S. 85.

(S. 89) vor der Auffassung, „als läge unter jedem (Tuff) Buckel ein Ausbruchsloch.“

DEFFNER[1] hat im Jahre 1870 die Hilfe von Gletschern für die Entstehung unserer Tuffbreccien in Anspruch genommen. Er schreibt: „Den Nachweis, dass auch dort alle Erscheinungen dafür sprechen, dass Gletscher die vulkanischen Auswürflinge (des Gebietes von Urach) mit dem anderen Gesteinsschutt zusammengeschoben und in jenen sonst unerklärlichen Schutthügeln angehäuft haben .... muss ich mir für einen anderen Ort vorbehalten.“ Diesen Nachweis hat DEFFNER nicht geliefert, er hat im Gegenteil im Jahre 1872 die entgegengesetzte Ansicht geäussert, dass keine Gletscher mit im Spiele gewesen sein könnten[2]: „Kein Gletscherkundiger kennt solche Formen aus Moränen, und die Annahme dieser causa movens behufs der Erklärung dieser Erscheinung ist schon dadurch ein für allemal ausgeschlossen. Ebensowenig aber kennt man solche Formen bei Flussgeröllen, und es bleibt nur der eine Weg für die unleugbar stattgehabte Bewegung übrig, nämlich der von unten herauf durch den Krater.“

Diese Worte haben indessen nur Bezug auf diejenigen Granite, an welchen, offenbar beim Emporgeschleudertwerden, Flächen angeschliffen wurden. Dass DEFFNER auf der anderen Seite doch auch wieder an eine Wasserflut gedacht hat, geht aus dem hervor, was er 5 Seiten später[3] über die Weiss-Juramassen der Tuffe sagt. Dort äussert er sich in der folgenden Weise: „Welcher Natur das denudierende Agens war, ob lediglich die Atmosphärilien mit Regen, Frost und Verwitterung oder ob Gletscher oder besondere grosse Fluten mitgewirkt haben, entzieht sich noch jeder sicheren Bestimmung. Die Fortführung so grosser Massen harter Kalke spricht indessen für die Beihilfe der letzteren, für welche ausserdem auch noch positive Anhaltspunkte vorhanden sind.

Die zusammenliegenden Reste von jetzt lebenden Tieren, welche in den Schuttmassen der Limburg aufgedeckt worden sind, die mit Tuff und Bohnerzbreccie zusammengewickelten Ballen und Streifen echten Diluviallehms am Grafenberg und die an gleichem Orte auftretenden diluvialen Schuttmassen aus Lehm und Weiss-Juradetritus, in welchen sich abermals das Geweih des lebenden Hirsches vorfand, sind so viele Anzeichen der energischen Mitwirkung der Lehm-

[1] Der Buchberg bei Bopfingen. Diese Jahresh. 1870. S. 133 u. Anm.

[2] Begleitworte zur geognostischen Specialkarte von Württemberg Atlasblatt Kirchheim. S. 35.

[3] Ebenda S. 40 unten u. 41.

flut, dass hieran Zweifel wohl nicht mehr möglich sind. Alles weitere darüber ist aber im Dunkel begraben und wartet weiterer Aufschlüsse. Vielleicht sind die vereinzelt vorkommenden Reste der sogenannten Schuttbreccien die letzten diluvialen Spuren des einst weit ins Land hinausragenden Weissen Juragebirges. Sie verdienen als letzter Schlüssel zur Lösung jener Rätsel jedenfalls unsere volle Beachtung."

Gewiss wird man, gegenüber solchen Aussprüchen, es nur für gerechtfertigt halten, dass ich diese Fragen so gründlich wie nur irgend möglich prüfe und dass ich alle Möglichkeiten abwäge, auch wenn das unter Umständen weitschweifig ist und überflüssig erscheinen sollte.

Mehr wie einmal ist mir selbst bei der Untersuchung unserer merkwürdigen Tuffbreccien, unserer gewaltigen Schuttmassen aus Weiss-Jura und der durch diese wie jene gebildeten Berge im Vorlande der Alb, der Gedanke vor die Seele getreten, ob hier nicht doch das Werk von Gletschern sich verrate.

Wer an dem Berge des Götzenbrühl No. 87 in dem langen, 16 m tiefen Einschnitte an den senkrechten Wänden desselben jenes bunte Durcheinander von feinem Tuff, von riesigen Gesteinsblöcken und zahllosen kleinen Stücken staunend betrachtet — der wird sich wohl einmal die Frage stellen, ob er sich nicht einer Moränenbildung gegenüber befinde oder ob er wirklich im Innern der Füllmasse eines vulkanischen Ausbruchskanales stehe, welche jetzt des Kanales, seiner Wände also, völlig beraubt ist.

Wer am Florianberge No. 101, am Gehänge des Humpfenbachthales No. 118 oder am Rangenbergle No. 120 die massenhaften Granitstücke sammelt, wer namentlich am ersteren Berge auch den feineren Grus dieser altkrystallinen Gesteine sieht — der wird wiederum den Blick nach S. oder SW. richten, um zu ermessen, ob nicht von den Alpen oder vom Schwarzwald her ein Gletscher diese Massen gebracht habe, welche hier das Bild norddeutscher oder gewisser alpiner Moränen vor seinen Augen auftauchen lassen.

Wer dann auf der anderen Seite sich der, unseren Tuffen in gewisser Weise so ähnlichen Peperine Italiens erinnert, welche nach verbreiteter Ansicht Schlammtuffe sein sollen — der wird sich wiederum der Frage nicht entziehen können, ob etwa das Wasser in irgend einer Weise eine Rolle bei der Bildung unserer merkwürdigen Tuffbreccien gespielt habe.

Wir wollen zuerst die eine, dann die andere dieser Fragen beantworten.

Sind unsere Tuffbreccien mit Hilfe von Gletschern gebildet?

Zuvörderst wird auch von einem Anhänger einer solchen Eishypothese zugestanden werden müssen, dass unsere Tuffberge in derjenigen Form, in welcher sie uns heute entgegentreten, unmöglich vom Eise abgelagert sein können. Das Eis lagert seine Moränen nicht in Gestalt vereinzelt liegender, kegelförmiger Bühle ab. Es bilden vielmehr seine Oberflächenmoränen langgestreckte, mehr oder weniger gerade, seine Stirnmoränen dagegen mehr oder weniger halbkreisförmige, wallartige Züge, während seine Grundmoräne eine ausgedehnte Decke darstellt. Die heutigen vereinzelt gelegenen, kegelförmigen Bühle könnten also höchstens schwache Erosionsreste einer oder mehrerer dieser verschiedenen Moränenarten sein, welche in ihrem grössten Teile bereits völlig abgetragen sein müssten.

Wäre das der Fall, was ja an sich gut denkbar ist, so müsste sich aus der Anordnung dieser Erosionsreste der einstige Verlauf der ganzen Moränen erkennen lassen. Man versuche nun einmal mit Hilfe der beiliegenden Karte unsere Tuffvorkommen in wallartige, gerade oder halbkreisförmige Linien zu ordnen. Natürlich wird man 120 regellos auf einer Karte verteilte Punkte stets in ganz beliebigen Linien gruppieren können. Aber ein deutliches Bild von Oberflächen- oder Stirnmoränen wird man doch vergeblich aus der Verteilung unserer Vulkanpunkte zu erkennen versuchen. Es bliebe mithin nur übrig, in letzteren die Erosionsreste einer einstigen über jenes Gebiet ausgebreiteten Grundmoräne zu sehen.

Nun gehen in dem S.-Teile des benachbarten Schwarzwaldes die Spuren einer einstigen allgemeinen, zusammenhängenden Eisbedeckung von den höchsten Höhen an nur bis zu 800 m über dem Meere hinab. Unterhalb dieser 800 m-Grenze dagegen haben sich nur einzelne zungenartige Gletscher in die grösseren Thäler, und auch nur nach der Rheinseite, bis zu 350 und 250 m Meereshöhe, hinabgezogen[1]. Unser Vulkangebiet aber liegt im Vorlande der Alb in ungefähr 400 m Meereshöhe. S. 1894 S. 571: „War die Alb einst vergletschert?"

Man wird daher unmöglich erwarten dürfen, dass unser Gebiet von einer zusammenhängenden, inlandeisartigen Eisdecke in so geringer Meereshöhe bedeckt gewesen wäre, während doch eine solche im benachbarten Schwarzwalde nur bis zu 800 m Meereshöhe hinab-

[1] Steinmann, Die Moränen am Ausgange des Wehrathales. Bericht über die 25. Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins zu Basel. Sonderabdruck. S. 4.

gereicht hat. Es könnte sich daher, wenn überhaupt, bei uns im Vorlande der Alb ebenfalls nur um vereinzelte Gletscherzungen handeln, welche von der Alb herniederhingen. Diese aber konnten keine zusammenhängende Decke einer Grundmoräne über ein so ausgedehntes Gebiet von über 20 □Meilen Grösse ausbreiten.

Indessen einmal angenommen, es lägen uns trotz alledem in den vulkanischen Massen Reste einstiger Moränen vor. Dann wird man mit Recht verlangen dürfen, auch in den übrigen Teilen des Vorlandes der Alb Moränen oder doch deren Reste zu finden. Unmöglich würde man doch annehmen dürfen, dass gerade nur da und genau nur soweit vulkanische Tuffe vorhanden waren, Gletscher von der Alb herniedergegangen wären; an allen übrigen Stellen aber nicht.

So spricht bereits eine ganz allgemeine Überlegung gegen die Möglichkeit, dass unsere Tuffbreccien mit Hilfe von Gletschern gebildet sein könnten. Doch wir wollen weiter in das Besondere eingehen.

Nehmen wir eine Mitwirkung des Eises bei der Entstehung unserer Tuffbreccien an, so giebt es zwei mögliche Voraussetzungen, um uns das seltsame Gemisch von Tuff mit Sedimentärgesteinen aller Art, sowie Graniten und Gneissen, zu erklären: Entweder gaben die Vulkane nur den Tuff, der Gletscher aber brachte von fern her jene fremden Gesteine. Oder die Vulkane förderten sogleich das ganze Gemisch der beiderseitigen Gemengteile und der Gletscher schob dasselbe dann in die Kanäle und Spalten hinab. Wir wollen beide Möglichkeiten prüfen.

Die erste Möglichkeit ist also die, dass von den Vulkanen nur Asche an die Erdoberfläche befördert wurde. Dass dagegen der Gletscher eine aus jenen Schichtgesteinen, Graniten und Gneissen, bestehende Grundmoräne von fern her herbeibrachte, im vulkanischen Gebiete angekommen, dieselbe mit der Asche durchknetete, vermengte und nun das Ganze unter sich in die Spalten hineinpresste. An und für sich gar nicht unmöglich.

Fassen wir hierbei der Einfachheit wegen nur einmal diejenigen unserer Tuffe ins Auge, welche aufs deutlichste sichtbar in den die Alb durchbohrenden Kanälen oder Röhren liegen; also nicht die heute im Vorlande der Alb befindlichen. Der Gletscher, welcher diese Kanäle gefüllt haben soll, schob sich notwendig oben über die Hochfläche der Alb dahin. Nun finden sich aber in der Füllmasse dieser Kanäle dem Tuffe beigemengt nicht nur Brocken der Oberen Weiss-Juraschichten, sondern auch solche des Untersten Weiss-Jura,

des Braunen Jura und des Lias. Wie soll denn aber ein oben auf der Hochfläche der Alb, auf Weissem Jura δ, ε und ζ dahingleitender Gletscher solche Gesteinsstücke letzterer Art in seine Moräne aufgenommen haben? Gesteine, welche Schichten angehören, die hunderte, tausend, zweitausend Fuss tief unter dieser Hochfläche liegen? Wohl könnte jemand von dem Granit und Gneiss, dem Rotliegenden, Buntsandstein und Keuper, welche sich den Tuffen beigemengt finden, behaupten wollen, dass der Gletscher sie den Schwarzwaldgebieten entführt und bis in unsere Gegenden über die Alb hinweg verfrachtet habe. Aber nun und nimmer kann er das von jenen Gesteinen der tieferen Juraschichten geltend machen, denn diese stehen dort oben nirgends an, können daher nur vom Vulkan aus der Tiefe heraufgeholt sein.

Wir müssen also diese erstere Annahme als ganz haltlos verwerfen; denn unmöglich wird man, um sie dennoch zu halten, sie durch die weitere Hypothese stützen wollen, der Gletscher habe vom Schwarzwaldgebiete her nur den Granit, Gneiss, Rotliegendes, Buntsandstein und Keuper herbeigebracht; dazu den Oberen Weiss-Jura von beliebigen Orten der von ihm überzogenen Alb. Die Vulkane dagegen hätten neben der Asche nur den Lias, den Braunen und den Unteren Weissen Jura ausgeworfen, nicht aber auch jene anderen Gesteinsarten. Das ist offenbar eine ganz unsinnige Annahme.

Kann also der Gletscher die dem Tuffe beigemengten, ihm fremden Gesteinsarten, mindestens zum Theil, gar nicht selbst herbeigeschafft haben, so folgt auch noch aus einem anderen bemerkenswerten Umstande die Thatsache, dass der Gletscher unmöglich von den Schwarzwaldgebieten hergekommen sein kann. Es fehlt nämlich unter den dem Tuffe beigemengten fremden Gesteinsarten (fast) stets das eine, der Muschelkalk (s. vorne S. 63).

Gerade dieses Gestein aber würde ein von dort her kommender Gletscher massenhaft in unser Gebiet verfrachtet haben, da es im W. so vielfach ansteht. Das Fehlen des Muschelkalkes, sowie das Vorhandensein von Lias, Braun-Jura und Unterem Weiss-Jura in unseren Tuffen beweisen mithin unwiderleglich, dass die fremden Bestandteile unserer Tuffe nicht durch Gletscher herbeigeführt sein können, sondern sämtlich durch die Ausbrüche aus der Tiefe heraufgeschleudert sein müssen. In der Tiefe fehlt eben der Muschelkalk in dieser Gegend; daher fehlt er auch in den Tuffen.

Dass aber der Gletscher etwa von S. her aus den Alpen gekommen sein könnte, ist von vornherein unmöglich, denn es fehlen

in den Tuffen alpine Gesteine. Zwar könnte man bei dem Hinblick auf die vielen Granite ja an eine alpine Abstammung denken. Indessen hat Deffner bereits festgestellt, dass dem nicht so ist. Deffner führt nämlich zunächst aus, dass der Pinitgehalt aller granitischen Gesteine in den Tuffen auf ein gemeinschaftliches Ursprungsgebiet hinweist. Dasselbe kann nur gesucht werden: entweder in der Tiefe unter unserem vulkanischen Gebiete, oder im Schwarzwald, oder in den Alpen. Deffner fährt nun fort[1]: „Was die Gesteine des ersteren, also des Schwarzwaldes, anbelangt, so besteht mit ihnen höchstens in einem einzigen, dem unter No. 1 (S. 509 u. 510 dieser Arbeit) aufgeführten grauen Gneiss eine Verwandtschaft, alle übrigen Gesteine fehlen dort durchaus. Und bezüglich der Abstammung aus den Alpen hat Herr B. Studer in Bern, dem eine möglichst vollständige Sammlung dieser Gesteine vorlag, ausgesprochen, dass er und seine Freunde kein einziges der Stücke für unbedingt alpin anerkennen möchten, dass aber viele darunter entschieden nicht alpinen Ursprungs seien, wie auch der allgemeine Typus der Musterstücke hiergegen spreche. Wir erhalten demnach auch von Seite der mineralogischen Konstitution dieser Granitgerölle die Bestätigung ihrer autochthonen Bildung, welche wiederum nicht anders gedacht werden kann, als dass die Stücke dem Grunde des Kraterkanals entstammen und durch die vulkanische Eruption an ihre heutige Lagerstelle gebracht wurden."

Wer also den Gletschern eine Rolle bei der Entstehung unserer Tuffgänge zuschreiben will, der darf hierbei doch nur von der zweiten der oben als möglich angedeuteten Voraussetzungen ausgehen. Nach dieser haben die Vulkane, indem sie den Gneiss und Granit, das Rotliegende, den Buntsandstein, Keuper, Lias, Braunen und Weissen Jura durchbrachen, deren Bruchstücke zusammen mit der Asche ausgeworfen. Sie haben also unsere Tuffbreccien gleich in der Beschaffenheit geliefert, in welcher sie uns heute vorliegen. Eine andere Annahme ist, wie wir sahen, nicht statthaft. Die Thätigkeit des Gletschers würde daher nur darin bestanden haben, diese von den Vulkanen ausgeworfenen Tuffbreccien wieder in die Spalten hineinzuschieben.

Da es schwer zu verstehen ist, dass die ausgeworfene Tuffbreccie gleich bei dem Ausbruche wieder von selbst in die zum Teil schmalen Kanäle und bis zu mehr als 500 m Tiefe hinabgefallen sein soll, so mag man ja einen Augenblick an eine solche Thätigkeit des

[1] Diese Jahresh. Bd. XXIX. 1873. S. 129.

Eises denken. Aber sofort stossen wir im weiteren Verfolge derselben auf Ungeheuerlichkeiten. Man stelle sich nur vor: In miocäner Zeit erfolgten die Ausbrüche. Erst in, vielleicht schon jungpliocäner, sicher aber in diluvialer Zeit kamen überhaupt Gletscher. Während des ganzen dazwischenliegenden Zeitraumes also wären die Röhren oder Kanäle weit klaffend offen geblieben, bis sie endlich vom Gletscher angefüllt wurden! Zu einer so absonderlichen Vorstellung würden wir auf diesem Wege gedrängt. Das Wasser würde sicher die Kanäle längst mit Schutt angefüllt haben.

Doch wir müssen diesen Weg noch weiter verfolgen. Wo lag denn das Material dieser Tuffbreccien, als es ausgeworfen war, bevor es also der Gletscher ergriff? Lag es dicht neben den Kanälen, welche es jetzt erfüllt, war es also aus diesen herausgeworfen worden? Oder lag es wenigstens zum Teil fernab davon auf der Alb an anderen Orten, an welchen es aus der Tiefe heraufbefördert worden war?

Die letztere Frage muss entschieden verneint werden. Denn wären an anderen Orten auf der Alb vulkanische Ausbrüche, und noch dazu in so grossem Masse erfolgt, deren herausgeschleuderte Tuffbreccien dann vom Gletscher weiter befördert und in die Kanäle unseres Gebietes hineingepresst wurden, so müsste man jene anderen Orte vulkanischer Thätigkeit doch auch heute noch oben auf der Hochfläche der Alb erkennen können. Nirgends aber sind sie zu finden, weil sie eben niemals vorhanden gewesen sind. Wodurch sollten denn auch in unserem Gebiete so zahlreiche, die Alb durchbohrende Kanäle sich geöffnet haben, wenn gar nicht aus ihnen hier, sondern an anderen Orten durch andere Kanäle Vulkanausbrüche stattgefunden hätten?

Man sieht, dass notgedrungen aus ganz denselben Kanälen, welche heute von den Tuffbreccien erfüllt sind, auch damals die letzteren herausgeschleudert worden sein müssen. Der Gletscher hätte also nichts weiter zu thun gehabt, als den neben einem jeden dieser Kanäle liegenden Haufen wieder in diesen hineinzuschieben!

Warum aber sollte man für eine solche Thätigkeit Gletscher überhaupt in Bewegung setzen wollen? Es ist sicher doch sehr viel einfacher, daher wahrscheinlicher, anzunehmen, dass der Tuff entweder nach Vollendung des Ausbruches durch Wasser wieder in die Kanäle hineingespült wurde, oder dass er gleich während des vulkanischen Ausbruches in denselben sich ansammelte und sie so erfüllte.

Bevor wir indessen diese beiden Möglichkeiten prüfen, müssen wir noch weitere Gründe anführen, welche gleichfalls die Frage einer Mitwirkung des Eises bei der Bildung unserer Tuffbreccien mit Entschiedenheit verneinen.

Man stelle sich vor, dass aus einem die Erdrinde durchbohrenden Kanale ein Aschenausbruch erfolgt, dessen lose Massen sich nun rings um die Mündung des ersteren anhäufen, gleichviel, ob nur in Form eines Ringwalles, wie bei den Maaren, oder ob in Gesalt eines sich als Berg erhebenden Aschenkegels. Nun kommt ein Gletscher und schiebt diese losen Massen wieder in den Ausbruchskanal hinein. Von welcher Seite er auch herkomme, stets wird er doch nur etwas mehr als ungefähr den vierten Teil des Ausgeworfenen in den Kanal hineinbringen können; denn indem der Gletscher über die Kanalöffnung hinweggleitet, wird alles, was seitlich und hinter der letzteren liegt, ja weiter fortgeschoben und kommt nicht hinein. Es könnte also durch Gletscher keiner der Kanäle bis nahe an die Hochfläche der Alb mit Tuffbreccien angefüllt sein, sondern nur die tiefsten Teile der Schlote dürften Tuff enthalten.

Das ist aber nicht der Fall; die Röhren sind ziemlich weit bis oben hin angefüllt. Das beweisen uns das Randecker Maar, die übrigen Maare auf der Alb und die am Steilabfalle derselben angeschnittenen Kanäle.

Nun wird man entgegnen können, bereits durch den Ausbruch selbst seien sie zum grössten Teile angefüllt worden; und nur das oberste Viertel ihrer Länge wäre dann vom Gletscher noch zugeschüttet worden. Das ist indessen kaum zulässig; denn wenn man überhaupt zugiebt, dass der Kanal schon während des Ausbruches sich bis zu drei Vierteln seines Inhaltes mit Tuff erfüllen kann, so wird man ihm auch das letzte Viertel zutrauen dürfen und für dieses nicht erst die Hilfe des Gletschers in Anspruch zu nehmen brauchen.

Ein weiterer Grund, welcher gegen die Mitwirkung von Gletschern spricht, liegt in der grossen Ausdehnung des Gebietes, über welches unsere vulkanischen Punkte zerstreut sind. Dasselbe hat von dem südlichsten Vorkommen, Apfelstetten, bis zum nördlichsten, Scharnhausen, eine Länge von 45 km; und vom östlichsten, Aichelberg, bis zum westlichsten, Gaisbühl, eine solche von 37 km. Der Gletscher müsste also, gleichviel, von welcher Richtung er gekommen wäre, eine mindeste Breite von 37—45 km gehabt haben.

Sodann spricht gegen die Annahme, dass unsere Tuffbreccien

Grundmoränen sein könnten, die bisweilen ganz gewaltige Mächtigkeit derselben, bezw. der aus ihnen gebildeten Berge. Die Tuffmasse des Jusiberges z. B. erhebt sich bis zu etwa 150 m über die jurassische Umgebung an seinem Fusse. Während die gewaltigen Inlandeismassen, welche von Skandinavien aus das Gebiet der heutigen norddeutschen Tiefebene überzogen, auf dieser nur Grundmoränen zurückliessen, welche bei den mehrfachen Vergletscherungen zusammen nur etwa eine Gesamtmächtigkeit bis zu 100 m erlangten, müssten die doch unendlich viel kleineren, angenommenen Gletscher der schwäbischen Alb eine Grundmoräne von 150 m Dicke erzeugt haben! Eine ganz unglaubliche Annahme.

Weiter lässt sich gegen eine Grundmoräne der schwerwiegende Einwurf geltend machen, dass dann die zahllosen Einschlüsse von Fremdgesteinen an Ecken und Kanten gerundet, dass sie poliert, dass sie geschrammt sein müssten. Das ist aber auch nicht bei einem einzigen Stücke der Fall. Es müssten auch ferner die zahlreichen weichen Bruchstücke, Braun-Jura und Bohnerz-Thone, unter der Last des Gletschers zu feinem Schlamm zerrieben worden sein. Statt dessen sind diese weichen Gesteinsstücke häufig wohl erhalten und eckig.

Es bliebe mithin nur die Möglichkeit, dass unsere Tuffbreccien in Form einer Oberflächen- oder einer Stirnmoräne vorwärts geschoben sein könnten. Hier bleiben, namentlich bei der ersteren Art der Verfrachtung, die Gesteinsstücke unverletzt. Allein wie soll sich eine Oberflächenmoräne aus Tuffbreccien bestehend bilden können, wenn nicht vorher Thäler bestanden, deren Gehänge mit Tuffbreccie bedeckt waren. Thäler, in welchen dann der Gletscher thalabwärts zog, so dass jene auf seinen Rücken fallen konnten. Selbst wenn die Alb und ihr Vorland bis hin in die Gegenden von Stuttgart vergletschert gewesen wären, wo hätten dann diese notwendig vorauszusetzenden Berge gestanden? Und, da unser vulkanisches Gebiet eine Breite von SW. nach NO. von 37 km besitzt, wo wäre ein so breites, rechts und links von jenen Bergen begleitetes Thal gewesen?

Also weder Grund- noch Oberflächenmoräne! Dann werden wir auf die Stirnmoräne als letzte Zuflucht zurückgedrängt. Von Apfelstetten No. 22 im S. bis in die Gegenden von Scharnhausen No. 124 auf einer 45 km langen Strecke hätte der Gletscher diese Stirnmoräne vor sich hergeschoben haben müssen. Bei so weitem Wege würden sicher die weichen, thonigen Gesteine zu Schlamm oder Pulver zerdrückt werden. Es ergiebt sich also dieselbe Schwierig-

keit wie gegenüber der Grundmoräne. Zudem ständen wir dann vor der Annahme, dass der Gletscher eine 37 km breite Stirnmoräne von den Höhen des rechten Neckarufers aus in das Neckarthal hinab und am linken steilen Gehänge wieder 140 m bergauf geschoben haben müsste; denn das Neckarthal bestand in diluvialer Zeit bereits, wie das in dem Abschnitte „Sind die ältesten Flussablagerungen des Neckars in unserem Gebiete pliocänen Alters?“ dargelegt wurde; s. vorne S. 90.

Aus obigen Ausführungen ergiebt sich folglich mit zweifelloser Sicherheit, dass Gletscher in keinerlei Weise bei der Bildung unserer Tuffbreccien mitbeteiligt gewesen sein können.

Sind unsere Tuffbreccien mit Hilfe von fliessendem Wasser gebildet?

Sind wir auf solche Weise zu der sicheren Überzeugung gelangt, dass unsere Tuffbreccien ohne Mitwirkung von Gletschern gebildet wurden, so werden wir zweitens zu prüfen haben, ob etwa das Wasser bei der Entstehung derselben eine Rolle gespielt haben könnte. Auch hier haben wir in ganz analoger Weise die beiden Möglichkeiten: Entweder förderten die Vulkane nur den Tuff zu Tage, während das Wasser jene fremden Gesteinsarten von fern her brachte, wie das ja von Deffner, und bezüglich der altkrystallinen Gesteine auch von Quenstedt, angenommen wurde[1]. Oder die Vulkane förderten sogleich das ganze Gemisch der beiderseitigen Gemengteile. Wir werden uns hier jedoch sehr viel kürzer fassen können, weil unsere Überlegung eine ähnliche wie vorher sein wird.

Wiederum lassen wir zunächst die heute im Vorlande der Alb auftretenden Tuffmassen ausser acht und betrachten nur diejenigen, welche klar vor unseren Augen in den die Alb und ihren Steilabfall durchbohrenden Kanälen und Spalten liegen, welche also oben auf der Hochfläche noch jetzt münden oder ersichtlich gemündet haben müssen.

Wie dort das Eis, so muss also hier das Wasser oben über die Alb dahingeflossen sein. Dort oben kann es aber unmöglich die doch dem Tuffe beigemengten Gesteinsstücke, soweit sie dem Braun-

---

[1] Wenn auch Quenstedt diesen Vorgang nicht mit den obigen Worten zergliedert, vielmehr nur allgemein von einer Flut spricht, so ist das Auftreten der Granite, welche nach ihm nicht ausgeworfen, sondern durch das Wasser herbeigerollt wurden, nach ihm doch nur so zu erklären, denn Granite stehen nur fern von unserem vulkanischen Gebiete zu Tage an.

Jura und dem Lias angehören, mitgeführt haben, denn diese stehen nur tief unten im Fusse der Alb an. Nur die anderen dem Tuffe an sich fremden Gesteinsarten könnte es von den Schwarzwaldgegenden und der Albhochfläche entnommen haben.

Spricht also das Auftreten von Braun-Jura und Lias im Tuffe gegen ein Herbeischaffen überhaupt aller fremden Gesteinsarten durch das Wasser, so beweist, wie dort, auch das (fast) stete Fehlen des Muschelkalkes in unseren Tuffen, dass kein aus den Schwarzwaldgegenden herkommendes Wasser das Transportmittel gewesen sein kann. Von der anderen möglichen Gegend, den Alpen, könnte aber weder der Gletscher noch das Wasser hergekommen sein; denn die altkrystallinen Gesteine der Tuffe stimmen, wie wir sahen, nicht mit alpinen oder schwarzwäldischen überein.

Doch noch weitere Gründe sprechen gegen eine solche Annahme. Zunächst die Gestalt der Fremdgesteine in den Tuffen. Wäre nämlich der Tuff durch Wasser von anderer Stelle her an seine jetzigen Lagerungsorte verfrachtet worden, so müssten sich die Spuren der Wasserwirkung nach mehrfacher Richtung hin an demselben erkennen lassen:

Es müssten erstens die zahllosen Bruchstücke von Fremdgesteinen gerollt sein. Auch gegenüber dem Einwurfe, dass der Transport dieser Massen kein lange andauernder gewesen sei, würde doch erwartet werden müssen, dass wenigstens ein Teil derselben, wenigstens die weicheren von ihnen, mindestens Spuren beginnender Abrollung zeigten. Das ist jedoch nirgends der Fall. Im Gegenteil. Etwas gerundet sind gerade nur die ganz harten, die Granite. Aber diese erlangten solche Eigenschaft wie wir sahen auf andere Weise (s. S. 505).

Sodann wäre zu erwarten, dass die zahlreichen überaus weichen thonigen Gesteine des Jura und Keuper, sogar bei nur kurzer Verfrachtung, aufgelöst und von den harten Massen zerrieben worden wären. Gerade im Gegenteil zeigen sich diese Fetzen weicher Gesteine aber ganz fest, eckig und kantig.

Drittens würden diese Massen, selbst bei kurzem Transporte, einem Aufbereitungsprozesse unterworfen worden sein. Es müsste Schichtung vorherrschen; die grossen schweren Stücke müssten meist zu unterst liegen; die zerriebenen thonigen Gesteine müssten thonige Schichten geliefert haben, welche sich in Wechsellagerung

mit den feineren Tuffen und den gröberen und gröbsten Stücken der Sedimentgesteine befänden. Auch das ist nicht der Fall: Eine Schichtung fehlt im allgemeinen; thonige Zwischenschichten sind nicht vorhanden: die grösseren Weiss-Jurastücke liegen, anstatt zu unterst, durch die ganze Masse beliebig zerstreut. Die riesigen Blöcke aber liegen vollends fest und ganz oben auf dem Tuffe. Unmöglich könnte selbst das wildeste Wasser diese grossen Stücke anders als auf seinem Boden fortgerollt haben. Es befinden sich aber ausser diesen gerade oben auf den Kuppen der Tuffberge so gewaltige Weiss-Juraschollen, dass solche selbst durch die wildesten Albwasser überhaupt nicht von der Stelle bewegt werden könnten, während sie doch jetzt meilenweit von der Alb entfernt liegen.

Freilich, hier und da tritt vereinzelt Schichtung auf. Aber es lässt sich zeigen, dass dieselbe wesentlich nur in den oberen Horizonten erscheint, wo sie entstehen konnte, wenn das betreffende Maar sich nach Aufhören der Ausbruchsthätigkeit in einen kleinen Süsswassersee verwandelte (s. S. 500). Wo sie aber in tieferen Horizonten auftritt, da ist sie sicher subaërischer Entstehung.

In vierter Linie würden überhaupt in jetziger Zeit so grosse Wassermassen gar nicht vorhanden sein. Wir müssten daher schon auf diluviale Zeiten zurückgreifen, oder besser gesagt, auf Zeiten, in welchen sich der Betreffende so gewaltige Wassermassen zur Verfügung gestellt denkt. Es sind nämlich diese Tuffe über ein Gebiet von 20 □Meilen verbreitet. In diesem liegen sie nun teils hoch oben auf der Hochfläche, teils am Abhange derselben, teils tief unten fast auf der Thalsohle. Ein solches Auftreten in den verschiedensten Höhenlagen und auf so grossem Gebiete hat aber — wenn es durch Wasser hervorgerufen sein soll — gleichzeitig zwei verschiedene Dinge zur Voraussetzung:

Einmal müsste in der betreffenden Zeit die Oberflächengestaltung, also auch die Thalbildung, bereits ebenso weit vorangeschritten gewesen sein wie heute, denn sonst könnte der Tuff nicht auch unten in den Thalsohlen vorkommen, sondern allein oben in grösserer Höhe. Wäre dem so, dann könnte diese Zeit gar nicht weit hinter uns liegen. Der Tuff hätte also dann seit seiner Entstehung in tertiärer Zeit an seinem — gänzlich unbekannten und unauffindbaren — gewaltigen Ausbruchsorte oben auf der Alb unberührt gelegen haben müssen und erst in jüngst vergangener Zeit könnte er in das Vorland hinabgeschwemmt worden sein.

Die zweite Voraussetzung aber ist die, dass der Tuff durch

das Wasser über dieses ganze grosse Gebiet ausgebreitet worden sein muss. Nicht durch einzelne Flüsse und Bäche, sondern durch eine grosse Flut, welche Höhen und Thäler desselben allgemein überschwemmte. Da der Niveauunterschied der verschiedenen Tuffvorkommen aber bis zu 500 und mehr Meter beträgt, so würde diese Flut eine mindestens ebensogrosse Tiefe besessen haben müssen.

Diese zweite Voraussetzung widerspricht aber der ersteren; denn in jüngstvergangener Zeit haben wir sicher eine solche Flut nicht gehabt. Sie könnte sich höchstens in diluvialer Zeit ereignet haben. In dieser aber ist die Oberflächengestaltung noch nicht so gewesen wie heute. Mithin kann auch aus diesem Grunde der Tuff nicht durch Wasser verfrachtet worden sein.

Aber angenommen, er wäre doch durch eine solche diluviale Flut abgelagert worden. In diesem Falle hätte dieselbe sich über ein Gebiet von mehr als 20 □Meilen erstreckt und eine Tiefe bis zu 430 m besessen haben müssen. Mit anderen Worten, es wäre ein grosser See in jener Gegend gewesen. Wo waren dann aber die Ufer dieses tiefen Sees? Dieselben müssten doch rings herum 430 m hoch gewesen sein, nicht nur im S. Nun ist aber das vulkanische Gebiet keineswegs von hohen Rändern umgeben, welche als Ufer hätten dienen können. Die letzteren würden also in viel weiterer Entfernung gelegen haben müssen und wir würden auf solche Weise zu der Annahme eines Süsswassersees von riesigem Umfange gedrängt. Müsste man aber in diesem Falle nicht erwarten, auch noch andere Spuren der Ablagerungen dieses gewaltigen Wasserbeckens zu finden, welche gleichalterig mit seinen vulkanischen Tuffen wären? Wo sind diese? Müsste man nicht ferner erwarten, dass diluviale Lehm- und Geröllschichten mit diesen Tuffen wechsellagerten, dass diluviale Gerölle dem Tuffe eingebettet wären? Würden nicht auch diluviale Tierreste in den Tuffen begraben liegen müssen?

Wie solche durch Mitwirkung des Wassers zur Ablagerung gelangten Tuffe sich verhalten, das zeigen z. B. die Trachyttuffe des Siebengebirges. Dieselben sind nicht nur geschichtet, sondern enthalten auch häufig Gerölle von weissem Quarz, Stücke und Blöcke von Braunkohlenquarzit und vor allem Blattabdrücke[1].

Auch die basaltischen Tuffe des Vicentinischen Tertiärs sind

---

[1] G. Mangold, Über die Altersfolge der vulkanischen Gesteine und der Ablagerungen des Braunkohlengebirges im Siebengebirge. Inaug.-Diss. Kiel 1888. S. 15.

nach Oppenheim so im Wasser abgesetzt[1]. Gleichwie in unseren Tuffen, so spielt auch dort der Kalk die Hauptrolle, nur dass er nicht, wie bei uns, wesentlich dem Oberen Jura, sondern der Kreide, und nur untergeordnet dem Jura und Eocän, entstammt. In gleicher Weise, wie bei uns, finden sich auch altkrystalline Gesteine in den vulkanischen Massen. Aber diese wie jene sind, wie Oppenheim hervorhebt, gerollt, beweisen also den Einfluss des Wassers bei der Bildung der Tuffe[2].

Nichts von allen diesen Erwartungen findet sich bei uns bestätigt. Unsere Tuffe sind reine Tuffmassen, ganz frei von solcher sedimentären Beimengung, wie sie durch eine Lehmflut erzeugt worden wäre. Allerdings giebt Deffner an, dass „fossile" Hirschreste und diluvialer Lehm im Tuffe gefunden worden seien. Er stellt ausdrücklich als notwendig hin[3], dass dies „bei der genetischen Erklärung nicht unbeachtet bleiben" dürfe. Ich muss also darauf Bezug nehmen. Die von Deffner angeführten Reste gehören nach ihm zu *Cervus elaphus*, *C. capreolus*, *Bos* und *Capra*.

Ich möchte nun zunächst betonen, dass die von Deffner genannten Hirschreste unter den 121 Tuffgängen überhaupt nur bei der Limburg No. 77 und dem Grafenberg No. 108 gefunden worden sind. Ob die Reste diluvialen oder alluvialen Alters sind, ist hierbei zunächst ganz gleichgültig; denn Hirsche können ebensogut zu dilu-

---

[1] P. Oppenheim, Über das Auftreten heterogener Geschiebe in den basaltischen Tuffen des vicentinischen Tertiärs. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1890. Bd. XLII. 372—375.

[2] Oppenheim spricht zwar stets von „Geschieben", mit welchem Ausdruck die durch Eis fortgeschobenen Gesteinsmassen bezeichnet werden; er meint aber „Gerölle", d. h. vom Wasser fortgerollte Stücke. Dass diese krystallinen Gesteine dort nicht metamorphosiert sind, scheint mir freilich kein Beweis zu sein gegen Schuster's Ansicht, welcher meint, sie seien aus der Tiefe mit emporgerissen. Auch die altkrystallinen Gesteine unserer Tuffe, die sicher aus der Tiefe heraufgefördert sind, zeigen ganz überwiegend keine Metamorphose. Ebensowenig darf das „Abgerundete" dieser altkrystallinen Gesteine im Vicentinischen als zweifelloser Beweis für ihre einstige Verfrachtung durch Wasser gelten, denn auch in unserem Gebiete zeigen sie — im Gegensatz zu den stets eckigen Kalken — eine ungefähre Abrandung. Die grössere Tiefe, aus welcher sie stammen, also der längere Weg, welchen sie mitten durch die emporgerissenen Aschenmassen zurücklegten, vermögen solche Gestaltung zu erklären. Entscheidend dagegen wäre eine ausgesprochene Rollung (S. 504 dieser Arbeit). Ich habe indessen jene vicentinischen Stücke nicht gesehen, kann also keineswegs die Frage entscheiden wollen.

[3] Begleitworte zu Blatt Kirchheim u. T. S. 28.

vialer wie zu alluvialer Zeit oben auf der damaligen Alb gelebt haben und ihre Knochen können ebensogut früher wie später direkt in den Maarkessel oder aber erst in eine Spalte der Alb geschwemmt und dann beim Abbruche der Alb zusammen mit diluvialem Lehm in den Weiss-Juraschutt gelangt sein, welcher auf den Tuff zu liegen kam. Nun beachte man nur den Vorgang der Abtragung bei den hart am Albrande gelegenen Maaren, deren Tuffgänge bereits an einer Seite senkrecht angeschnitten sind, z. B. bei Erkenbrechtsweiler No. 31, bei der Diepoldsburg und dem Engelhof No. 40 und 41. Man sehe, wie sich hier tiefe Thäler in dem Tuffe ausfurchen, wie von oben her der Tuff und der Weiss-Juraschutt, also auch eventuelle Knochen in ihm, hinab in diese Thäler rutschen. Man sehe, wie hierbei die geschichteten Tuffe von oben her hinab auf den ungeschichteten fallen; wie das alles bei weitergehender Abtragung allmählich in ein immer tieferes Niveau gelangt. Bei der Limburg No. 77 und dem Grafenberg haben sich diese Massen auf solche Weise bereits in dasjenige des Mittleren und Unteren Braun-Jura gesenkt. Wen kann es da wundern, wenn in den äusseren Lagen des Tuffberges alle solche Dinge und auch Knochen durcheinander liegen.

Zum Überflusse sind aber diese von Deffner gesammelten Knochen nach freundlicher Mitteilung des Herrn Prof. E. Fraas durchaus recent und gar nicht fossil, wie Deffner glaubte.

Aus zahlreichen Gründen ersehen wir also auch hier, dass das Wasser in Form von Flüssen, Seen oder einer grossen Flut unmöglich an der Bildung unserer Tuffbreccien und ihrer Schuttmäntel beteiligt gewesen sein kann. Aber in anderer Weise könnte möglicherweise doch das Wasser an der Bildung mitgewirkt haben. Unsere Tuffbreccien gleichen manchen anderen, welche man als Schlammtuffe bezeichnet. Wir werden uns daher der Prüfung dieser Frage zuzuwenden haben.

Sind unsere Tuffe bei Urach in Gestalt von Schlammtuffen entstanden?

Wir werden später die verschiedenartige Entstehungsweise und die Beschaffenheit der Schlammtuffe[1] betrachten.

Vergleichen wir an der Hand des dort gewonnenen Bildes unsere Tuffmassen der Gruppe von Urach mit derartigen Schlammtuffströmen,

[1] Also nicht der sog. Schlammlaven, welche mit vulkanischer Thätigkeit nichts zu thun haben, sondern der echten vulkanischen Schlammtuffe. S. den späteren Abschnitt: „Die verschiedenen Arten vulkanischer Tuffe."

so zeigt sich keinerlei Übereinstimmung. In unseren Tuffen sind noch niemals, wie dort, Reste von Tieren gefunden worden, welche zur Zeit ihrer Entstehung gelebt hätten, welche also Zeitgenossen jener Vulkanausbrüche gewesen wären. Allerdings finden sich bisweilen in den obersten Schichten der Tuffgänge, d. i. auf dem Boden der Maare Versteinerungen (s. „Das Alter der Tuffe"). Allein diese liegen entweder in Süsswasserschichten, welche den Tuff bedecken, oder sie finden sich doch nur in den obersten, geschichteten, jedenfalls später zusammengeschwemmten Tuffmassen, welche sich nach Aufhören der vulkanischen Thätigkeit in den nun die Maare erfüllenden Wasserbecken absetzten. Dieselbe Überlegung aber gilt auch bezüglich der pflanzlichen Reste, welche man namentlich in dem Maar von Randeck gefunden hat. Nie haben sich zeitgenössische Lebewesen in tieferen Horizonten unserer Tuffe gefunden.

Ein fernerer Unterschied zwischen den Schlammtuffen und unseren Uracher Bildungen liegt darin, dass letztere an keinem Orte in Gestalt eines Stromes geflossen sind, bezüglich auftreten.

Drittens ist zu betonen, dass unsere Tuffe durch ihre hohe Temperatur ausserordentlich häufig verändernd auf ihre Einschlüsse und in verschiedenen Fällen auch auf ihr Nebengestein eingewirkt haben, während das bei jenen Schlammtuffströmen zum mindesten von niemand berichtet wird, jedenfalls auch ganz unmöglich ist.

Wir werden mithin die Entstehung unserer Tuffmassen nicht auf solche Schlammtuffströme zurückführen dürfen, wie wir sie z. B. von Island, Java und Südamerika kennen. Wir werden das nicht thun dürfen, wenn auch das Massige, Ungeschichtete, Breccienartige unserer Tuffe den Anschein erweckt, dass hier derartige, einst breiig gewesene Tuffmassen vorliegen. Es ist daher die Annahme unzulässig, dass die heutige Ausfüllungsmasse unserer zahlreichen Maare und Röhren der Gruppe von Urach etwa dadurch in diese Hohlräume hinein gelangt sein könnte, dass an einer oder einigen Ausbruchsstellen entstandene Schlammtuffströme sich von oben her in diese Hohlräume ergossen hätten, dieselben so allmählich anfüllend.

Noch viel weniger aber wird man die ganz unwahrscheinliche Annahme machen dürfen, dass bei den so überaus häufigen, die stattliche Zahl von 127 erreichenden Röhren und Maaren unseres Gebietes an jeder einzelnen Stelle aus der Tiefe herauf der Ausbruch einer durchwässerten Asche, eines Schlammtuffes erfolgt sei. Wohin sollte auf einem so ausgedehnten Gebiete und an so vielen Stellen Wasser aus der Tiefe heraufgekommen sein? Die Unter-

suchungen der Schlammtuffströme haben im Gegenteil gelehrt, dass noch niemals Wasser im flüssigen Zustande aus der Tiefe auch nur eines Vulkanes zu Tage gefördert wurde. Stets war es meteorisches Wasser, welches die breiige Beschaffenheit erzeugte.

Da nun weiter, wie wir in demselben Abschnitte sehen werden, der Peperin wohl ebenfalls ein Schlammtuff ist, so werden wir auch durchaus davon Abstand nehmen müssen, unsere Tuffe der Gruppe von Urach etwa als Peperine zu bezeichnen.

Sind unsere Tuffe als Schlammlava entstanden?

Ich habe in dem späteren Abschnitte „Die verschiedenen Arten von Tuffen“ (s. Anm. auf vor. Seite) die sogenannte „Schlammlava“ besprochen. Diese kommt gleich im durchwässerten Zustande von unten herauf. Aber niemand wird ernstlich daran denken, unsere Tuffe für Schlammlaven erklären zu wollen. Denn das sind nur pseudovulkanische Bildungen, aus thonigen und sandigen Schichten hervorgegangen, welche vom Wasser zu Schlamm umgewandelt wurden. Die treibende Kraft liegt hier in kalten oder höchstens etwas warmen Gasen von Kohlenwasserstoff oder auch Kohlensäure. Nun giebt es freilich eine Art von Schlammlava, ich habe sie gleichfalls erwähnt, welche zwar pseudovulkanisch ist, aber doch echte vulkanische Tuffe liefert; weil nämlich hier an Stelle jener Sande und Thone ganz ausnahmsweise einmal echt vulkanischer Tuff ansteht, welcher nun durch jene pseudovulkanischen wässerigen Ausbrüche zu Schlamm umgearbeitet wird. Aber auch eine solche Bildung kann hier nicht vorliegen, weil die Voraussetzung einer solchen früher dagewesenen Tuffdecke fehlt.

Nun könnte man ja freilich schliessen und fragen: Wenn bei diesen pseudovulkanischen Schlammlaven Wasser aus der Tiefe heraufkommt, warum soll das nicht auch bei echt vulkanischen Schlammtuffen geschehen? Der Schluss wäre ein falscher: Bei jenen pseudovulkanischen Bildungen kommt das Wasser aus verhältnismässig geringer Tiefe, ist auch z. T. Oberflächen-, also Regenwasser, welches sich in dem kleinen Pseudokrater angesammelt hat. Wie aber sollte es bei echten vulkanischen Ausbrüchen aus der Tiefe heraufkommen? Entweder müsste es dem Schmelzflusse, welcher ja Wasserdampf enthält, in so ungeheuren Mengen beigemischt sein, dass der zu Asche zerstiebte Schmelzfluss gleich als wasserdünne Aschenmasse ausgeworfen würde. Ein ungeheuerlicher Gedanke.

Oder es müsste in Gestalt von Quellwasser aus wasserführenden.

Schichten in den Kanal hineinlaufen. Wie soll man sich vorstellen, dass auf unserem 20 □Meilen grossen Gebiete, das in jedem der 121 jetzt tufferfüllten Kanäle stattgefunden hätte? Also ebenfalls eine Annahme, welche man fallen lassen muss.

Nicht umsonst berichten alle Beobachter von Schlammtuffen ganz ausdrücklich, dass das Wasser nie aus der Tiefe heraufgekommen sei. Es ist das offenbar bei echt vulkanischen Ausbrüchen nicht möglich.

Welcher Abteilung von Tuffen gehören diejenigen der Gruppe von Urach also an?

Wir haben gesehen, dass unsere Tuffe weder mit Hilfe von Eis noch von fliessendem Wasser gebildet sein können. Es ist also die Abteilung der (s. später) Transporttuffe im allgemeinen entschieden ausgeschlossen. Ein allerkleinster Teil unserer Tuffe jedoch ist hierher zu stellen. Es sind das diejenigen der geschichteten Tuffe, welche auf dem Boden der Maarkessel liegen, oder welche nach der Zerstörung letzterer und Freilegung des Kopfes der Tuffgänge auf dem Gipfel der nun herausgearbeiteten Tuffsäulen erscheinen. Diese Schichten sind, wie wir z. B. bei Betrachtung des Randecker Maares No. 39 sahen, auf dem Boden der Maarseen abgelagert worden. Das Material dazu ist offenbar geliefert worden durch Abspülung des Tuffes, welcher auf den inneren Abhängen des Maarkessels lag.

Aber auch von diesen seltenen obersten Tuffschichten könnte immerhin auch ein Teil rein subaërischer Entstehung sein, also einen Trockentuff bilden. Insofern, als nach Erfüllung des Ausbruchskanales mit Tuff, die zuletzt, also im obersten Ende des Kanales niederfallenden Auswurfsmassen, in subaërischer Schichtung sich absetzten. Die auf dem Gipfel des Jusi liegenden Schichten No. 55 könnten möglicherweise doch solcher Entstehung sein. Sie sind nämlich so bedeutend mächtig, dass die Ablagerung in einem Maarsee mir nicht recht einleuchten will. Ihre Festigkeit ist für die Annahme einer solchen subaërischen Entstehung kein Hindernis, denn diese ist etwas erst später Gewordenes[1]. Sowohl die im Wasser abgelagerten als auch die Trockentuffe müssen ihre Festigkeit wesentlich erst später erwerben. Thun sie das nicht, so bleiben diese wie jene locker.

---

[1] s. S. 519.

Zweifellos sind diejenigen Tuffschichten, welche wir am Jusi No. 55 in tieferer Lage mehrfach finden, subaërischer Entstehung, gehören also den Trockentuffen ebenso an, wie auch die ganze übrige Masse der, die Ausbruchskanäle füllenden Tuffe. Es klingt freilich sehr wenig wahrscheinlich, dass derselbe zum Teil enge Kanal, aus welchem die vulkanischen losen Massen trocken ausgeworfen wurden, sich zu gleicher Zeit mit diesen angefüllt haben soll. Man möchte meinen, dass das höchstens in so weiten Kanälen wie diejenigen des Jusi No. 55 überhaupt möglich gewesen wäre; dass dagegen in so engen Kanälen, wie wir sie vielfach finden, während des Ausbruches gar nicht Raum gewesen wäre für eine Ablagerung des Tuffes. Bei dem gewaltsamen Ausblasen der Tuffmassen musste, so sollte man meinen, hier der ganze Kanal freigefegt werden. Und doch können wir uns den Vorgang nicht anders vorstellen. Wegen dieser Unglaubwürdigkeit des letzteren musste eben die Frage, ob Wasser oder Eis mit im Spiele gewesen wären, ob etwa Schlammtuffe vorlägen, in einer Weise ausführlich behandelt werden, welche dem Leser als überflüssig erschienen sein mag. Aber wenn das nicht vorher doch geschehen wäre, wenn ich nicht mit aller Sicherheit darauf verweisen könnte, dass jene drei Möglichkeiten völlig ausgeschlossen sind, so würde der Leser jetzt sofort sagen: „Ehe man so Unwahrscheinliches annimmt, dass in einer engen Röhre Asche herausgeblasen wird, während sich die Röhre zugleich mit Asche erfüllt, scheint es geratener, an eine jener drei Möglichkeiten zu denken.“ Und doch giebt es offenbar keine andere Lösung; unsere Tuffe sind demnach Trockentuffe. Sebastian Wisse hat am Sangay in Südamerika[1] genaue Beobachtungen über die Häufigkeit der Auswürfe und das Verhalten der losen Auswurfsmassen angestellt. Diese letzteren bestanden aus Asche, Lapilli und Schlacken, also Steinen. Von den letzteren betont er die kugelige Form, welche ja auch den Graniten der Tuffe bei Urach oftmals eigen ist, und sagt: „Sie fallen meist wieder in den Krater zurück.“ Auch Junghuhn[2] berichtet von dem Ausbruche des Gunung-Lamongan: „Die meisten dieser emporgeschleuderten Massen fallen jedoch wieder in den Schlund zurück.“

Es ergiebt sich mithin aus den vorhergehenden Betrachtungen, so unglaubhaftig das auch klingen mag, dass der die Ausbruchsröhren des Gebietes von Urach erfüllende Tuff, trotz des zum Teil geringen Durch-

[1] Wie A. v. Humboldt, Kosmos. Bd. IV. S. 320 pp. mitteilt.

[2] Java. Bd. II. S. 761.

messers derselben, nicht etwa nachträglich auf irgend eine Weise in dieselben hineingespült oder geschoben ist. Sondern dass er die Röhre bereits während der Ausbrüche angefüllt haben muss; so dass nur ein ganz enger Kanal für diese offen blieb, welcher sich dann, nach Aufhören der Thätigkeit, durch Abrutschen der losen Massen füllte. In Mittelschottland, wo wir ganz dieselben Erscheinungen haben, ist offenbar der Vorgang ganz derselbe gewesen [1], wenn auch GEIKIE auf denselben nicht weiter eingeht. Dort giebt es aber tufferfüllte Röhren, welche am Durchmesser sogar noch hinter den engsten der unserigen zurückbleiben.

Die Deutung aller [2] vulkanischen Bildungen in der Gruppe von Urach als ehemalige Maare.

Sind unsere Tuffvorkommen auf der Alb wirklich ehemalige Maare und die Tuffgänge am Steilabfall und im Vorlande wirklich die in die Tiefe führenden Ausbruchskanäle ehemaliger, längst abgetragener Maare? Vervollständigung des Maarbegriffes. Gründe, welche dagegen sprechen, dass sich in unserem Gebiete einst Aschenkegel über der Erdoberfläche erhoben.

Stehen unsere tufffreien Basaltvorkommen [3] ebenfalls in denselben Beziehungen zu ehemaligen Maaren wie die Tuffe? Eisenrüttel, Sternberg, Dintenbühl. Unterschied gegenüber den Tuffmaaren. Grabenstetten, Zittelstadt, Buckleter.

Die Deutung unserer Tuffvorkommen in ihrer Beziehung zu ehemaligen Maaren.

Unter den vulkanischen Bildungen der Gruppe von Urach pflegte man bisher ganz allein das Maar von Randeck No. 39 als ein Maar zu bezeichnen. Ich habe nun in dieser Arbeit alle übrigen auf der Hochfläche der Alb gelegenen Tuffvorkommen ebenfalls als Maare hingestellt. Ich habe aber auch die am Steilabfalle der Alb und die im Vorlande derselben auftretenden Tuffgänge mit einstigen Maaren in Verbindung gebracht? Ist das statthaft?

Aus dem Abschnitte „Die Denudationsreihe der Maare" geht unwiderleglich hervor, dass eine solche Auffassung die richtige ist. Unsere Tuffgänge sind nur die in die Tiefe führenden tufferfüllten Kanäle einstiger Maare, wir können sie daher mit Recht „als Maar-Tuffgänge" von anderen tufferfüllten Spalten unterscheiden.

---

[1] s. später den Abschnitt: „Vergleichung der vulkanischen Verhältnisse."

[2] Mit Ausnahme einiger weniger spaltenförmiger Gänge, wie z. B. No. 126 W. von Grabenstetten.

[3] s. vorige Anm.

Wenn das nun richtig ist, woher kommt es nun, dass nicht schon längst eine solche Auffassung unserer vulkanischen Vorkommen Platz gegriffen hat? Dass nicht schon längst unsere Gruppe von Urach als das grösste und interessanteste bisher als solches erkannte Maargebiet der ganzen Erde bekannt ist; grösser an Zahl, reicher an Aufschlüssen als alle anderen bisher bekannten zusammen genommen; das einzige auf Erden, in welchem man bisher gleichzeitig zu erkennen vermag, nicht nur den obersten Teil, den Kessel, sondern auch die in die Tiefe führenden Kanäle und ihre merkwürdige Erfüllung mit Tuff kennt; warum hat man dieses nicht in solcher Weise erfasst? Erstens weil unsere Maare nicht genau solche Gestalt besitzen, wie man sie bisher als eine typische betrachtete, indem sie bereits stark gealtert sind, daher ihre ursprüngliche Gestalt mehr oder weniger verwischt ist. Zweitens weil die überwiegend grösste Zahl unserer Maare spurlos mit der Alb verschwunden ist. Wir wollen das etwas näher erläutern, indem wir unsere Maare der Gruppe von Urach kurz mit denjenigen der Eifel vergleichen. Hierbei ergiebt sich das Folgende:

Der Umriss der Eifler Maare ist sehr häufig nicht kreisrund, sondern oval; also ganz wie in unserem Gebiete. Die Gestalt der Maare in der Eifel ist vorherrschend eine trichterförmige; in der Gruppe von Urach eine kesselförmige.

Die Tiefe dieser Trichter bezw. Kessel erreicht in der Eifel weit grössere Beträge als in unserem Gebiete.

Der Durchmesser der Trichter bezw. Kessel schwankt hier wie dort in sehr weiten Grenzen; einzelne Maare der Gruppe von Urach sind aber grösser als die grössten der Eifel, das Meerfelder Maar, selbst als der Laacher See.

Die Maare unseres Gebietes entbehren ausnahmslos des Kranzes von Tuff und anderer, krystallisierter vulkanischer Auswürflinge, von welchem wenigstens ein Teil jener umgeben ist; sei es, dass diese Auswurfsmassen auf der Eifel einen richtigen erhöhten Ringwall um den Trichter bilden, sei es, dass sie nur auf dem inneren Abhange des Trichters liegen. Letzteres findet sich allerdings auch bei uns.

Des weiteren findet sich in den Maaren der Alb nirgends mehr ein den Boden bedeckendes Gewässer, wie es des öfteren auf der Eifel der Fall ist. Vielmehr liegen bisweilen in der Tiefe der Alb — Maare, wie auch oft in der Eifel, eine Acker- und Wiesenfläche; oder aber, und zwar in vielen Fällen, ein Dorf.

Endlich finden wir auf dem Boden der Alb-Maare, wenn auch

bisweilen von Süsswassergebilden verdeckt, vulkanischen Tuff; und dann diesen Tuff hinabsetzend in die Tiefe, also die Röhre erfüllend, auf welcher er einst ausgeworfen wurde. Wogegen Derartiges bei den Maaren der Eifel unbekannt, höchst wahrscheinlich aber genau ebenso vorhanden ist.

Diese Unterschiede zwischen den Alb- und den Eifel-Maaren sind also ganz unwesentlicher Natur. Aber sie haben doch zur Folge, dass erstere nicht in demselben Masse den typischen Maar-Charakter zeigen wie letztere. Man möchte vielleicht meinen, das komme lediglich daher, dass die Maare der Eifel schon seit langem bekannt, untersucht und beschrieben worden sind.

So müssten natürlich die Eigenschaften derselben den Vorrang haben und als typische hingestellt werden.

So unbestreitbar das auf der einen Seite der Fall ist, so liegt der Grund doch noch tiefer. Die Maare der Eifel sind wirklich typischer als diejenigen unseres Gebietes, aber wesentlich nur deshalb, weil sie meist geologisch jünger, mithin besser erhalten sind als die unseren. Auf der Eifel entstanden diese Bildungen in quartärer[1] Zeit, auf der Alb bereits in mittelmiocäner. So hat sich bei unseren Maaren das Typische bereits verwischt: Die Höhe des Maarrandes ist erniedrigt durch Abtragung, so dass sie jetzt weniger tief erscheinen. Der Rand ist an einer, bisweilen gar zwei Stellen durchsägt von einem Wasserrisse. Hier und da ist der erhöht gewesene Rand sogar schon völlig abgetragen und verschwunden, so dass nun der ursprünglich tiefste Punkt des Maares mit der umgebenden Fläche fast in einer Ebene liegt, d. h. es ist keine Vertiefung mehr zu erkennen. An allen Albmaaren ist ferner der, früher vermutlich auch einmal vorhanden gewesene Kranz von vulkanischer Auswurfsmasse längst fort-

[1] Die Angaben über dieses Alter lassen einen gewissen Spielraum. v. Dechen (Vulkane der Vorder-Eifel S. 213, 224, 246) sagt, die Bildung der Maare in der Eifel begann in mittelmiocäner Epoche und dauerte in spätere Zeiten hinein fort. Pohlig sagt, die vulkanische Thätigkeit in dem Laacherseegebiet fällt der Hauptsache nach in diejenige Zeit, in welcher das Siebengebirgische Centrum seine Eruptionen beschloss, — in die mitteldiluviale Interglacialperiode. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 43. S. 824 u. 826.) Die vulkanischen Ausbrüche in der Vorder-Eifel fallen der Hauptsache nach in dieselbe Zeit, wie diejenigen des Laacherseegebietes, also auch in die diluviale. Dagegen haben die Ausbrüche in der hohen Eifel zum grösseren Teile ziemlich gleichzeitig mit denen des Siebengebirges stattgefunden, nämlich zu tertiärer Zeit. Nur die Bildung der phonolithischen Massen dürfte der diluvialen Epoche angehören.

gewaschen, und zwar zum grossen Teile in die Tiefe des Maares hinabgespült; wie er ja auch bereits bei gewissen Eifeler Maaren fehlt. Auch von den inneren Abhängen der Trichter ist der sie einst bedeckende Tuff meist längst in die Tiefe hinabgespült; wie das gleichfalls in der Eifel schon an manchen Stellen begonnen hat.

Übrigens sind die Maare der Eifel keineswegs alle typisch erhalten. Von den 26 der Vordereifel sind nur 6 noch rings geschlossen. 11 haben ein Abflussthal. Bei 5 anderen bestehen ein Abfluss- und ein Zuflussthal. Bei 5 weiteren ist die Umwallung nur noch teilweise erhalten. Also ganz wie bei uns!

Haben auf solche Weise die Maare der Alb den eigenartigen, typischen Anblick, welcher diesen Gebilden zukommt, bereits zum Teil verloren, so ist ihnen auf der anderen Seite durch die Erosion auch wieder ein Gewinn erwachsen, welcher sie nicht nur vor den Maaren der Eifel, sondern vor allen anderen bisher bekannten Maaren der Erde auszeichnet: Die Erosion hat die in die Tiefe führenden, tufferfüllten Kanäle freigelegt, welche offenbar eine allgemeine, bisher nur unbekannte Eigenschaft aller Maare sind.

Ein Maar ist nach der bisherigen Erklärung eine trichterförmige Vertiefung, ein Explosionskrater. Dieser setzt aber natürlich irgend einen Ausbruchsweg der explodierenden Gase voraus. Wie dieser beschaffen ist, wusste man bisher nicht. Ob das ein rundlicher Kanal oder ein spaltenförmig schmaler Schlitz ist oder ob die Erdrinde hier nur zertrümmert ist, so dass gar kein fest umgrenzter Hohlraum vorliegt; ob also nur zertrümmertes, aber sonst in situ gebliebenes Durchbruchsgestein den Weg der Gase kennzeichnet oder ob derselbe mit Tuffbreccie oder gar mit Basalt erfüllt ist — das war unbekannt.

In unserem Gebiete von Urach lernen wir 127 solcher Durchbruchskanäle von Explosionskratern, also von Maaren, kennen. Wir sehen nun aber oben auf der Alb, bei zweifellosen, gut erhaltenen Maaren, durchaus keine ausgesprochenen Trichterbildungen, sondern vielmehr Kessel auftreten; d. h. wir haben hier Ausbruchskanäle, deren oberes Ende nicht, wie man bisher als typisch annahm, sich stark trompetenförmig erweitert, sondern in höherem Grade denselben Durchmesser behält, wie in der Tiefe; also Kanäle mit senkrechten Wänden, welche sich bei der Mündung gar nicht oder doch nicht so stark und plötzlich erweitern, sondern diese Erweiterung aus grösserer Tiefe, also viel allmählicher bilden. S. später: „Die Gestalt der Maarkanäle."

Da nun unsere Bildungen der Gruppe von Urach aber echte Explosionskratere, mithin Maare sind, so folgt, dass erstens scharfe Trichterbildung nicht notwendig zum Begriffe eines Maares gehört, dass aber umgekehrt das Vorhandensein eines Kanales von rundlichem oder ovalem Querschnitte notwendig zu diesem Begriffe gehört. Wir müssen also eine Vervollständigung des Maarbegriffes in der folgenden Weise vornehmen:

Ein Maar besteht aus einem, wohl meist mit Tuff[1], selten mit festem Eruptivgestein[2] erfüllten Ausbruchskanale rundlichen oder ovalen Querschnittes, dessen oberes Ende entweder stark erweitert, trichterförmig ist, oder aber wenig erweitert, also kesselförmig ist, oder endlich gar keine Erweiterung besitzt. Damit aber sind wir bei einer einfachen Röhre angelangt. Ob diese dann ganz bis an den Rand hin mit Tuff bezw. Basalt erfüllt wurde oder ob der oberste Teil der Röhre leer blieb, so dass hier eine Kessel- bezw. Trichterbildung in die Erdoberfläche eingesenkt erscheint, das ist nebensächlich, weil zufällig; denn die Tiefe eines Kessels ist etwas ganz Relatives. Ist das aber der Fall, dann giebt es gar keinen Unterschied mehr zwischen einem Maare und einem Tuff- (oder Basalt-) erfüllten Gange rundlichen Querschnittes, soweit diese Füllmasse von Anfang an in der Erdrinde verblieb, nicht aber als Berg über derselben aufgeschüttet wurde. Es giebt dann Maare mit Trichter, solche mit Kessel, endlich auch solche ohne Trichter oder Kessel. Dagegen beginnt der Begriff des echten Vulkanberges sofort dann, wenn der Tuff bezw. Basalt eine Aufschüttung auf der Erdoberfläche bildet. Wird ein solcher Berg dann abgetragen, dann erscheint in der Mitte seiner Grundfläche ganz derselbe Tuff- oder Basaltgang rundlichen Querschnittes wie dort; und es lässt sich nun gar nicht mehr entscheiden, ob wir die Röhre eines ehemaligen Maares oder eines früheren kleinen Vulkanberges vor uns haben.

Möglich wäre es, dass in unserem Gebiete Grabenstetten No. 11

---

[1] D. h. mit Tuffbreccie, bestehend aus vulkanischer Asche und zerschmettertem durchbrochenem Gesteine. S. „Die Beschaffenheit unserer Tuffe“ S. 493.

[2] Dies ist bereits ein etwas höheres Entwickelungsstadium des Vulkanes. S. später „Über Maare im allgemeinen“.

und Hülben No. 12 derartige, von Anfang an kessellose Maare, also bis an den Rand erfüllte Röhren waren. Da nämlich in Grabenstetten der Tuff in einer Ebene mit der höchsten Weiss-Juraschicht, ζ, liegt, so kann der Kessel unmöglich sehr tief gewesen sein, denn ζ war auch damals schon die oberste Schicht der Alb.

Man wird die Ansicht, dass alle unsere Tuffgänge mit Maarkesseln in Verbindung gestanden haben, vielleicht bestreiten und meinen wollen, anstatt der Maarkessel hätten sich an vielen Stellen Aschenkegel über den Tuffgängen erhoben. Also richtige, auf der Erdoberfläche aufgeschüttete Vulkanberge, aber noch ohne Lavaströme, mithin ein bereits etwas über den Maarzustand hinaus fortgeschrittenes Entwickelungsstadium.

Ich habe an anderer Stelle auseinandergesetzt, dass der in die Tiefe führende Ausbruchskanal eines solchen Aschenberges ganz ebenso mit Tuff erfüllt sein wird, wie derjenige eines Maares; denn zusammenhängender Schmelzfluss ist ja dem Berge nicht entströmt, es ist daher bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, dass derselbe auch nicht die oberen Teile des Ausbruchskanales erfüllt hat, sondern in der Tiefe geblieben ist. Bevor ich unser vulkanisches Gebiet so genau kennen gelernt hatte, wie das jetzt der Fall ist, hatte ich mir gleichfalls die Vorstellung gebildet, dass sich über den Tuffgängen einst Aschenberge erhoben hätten. Indessen der Gründe, welche gegen solche Auffassung sprechen, sind die folgenden:

An einer ganzen Anzahl von Stellen haben wir oben auf der Alb noch heute entweder ziemlich wohl erhaltene oder doch in ihren Überresten deutlich erkennbare Maarkessel. Unsere vulkanischen Erscheinungen sind aber nicht nur höchst eigenartig, sondern auch durchaus einheitlicher Natur. Überall genau dieselbe Beschaffenheit der Tuffbreccien, überall genau dieselbe Lagerungsweise der letzteren in Form von Gängen rundlichen Querschnittes. Nirgends auch nur eine einzige oben aufgelagerte Tuffmasse, trotz der so sehr grossen Zahl von Tuffpunkten. Bei so völliger Einheitlichkeit wird es daher überaus wahrscheinlich, dass auch in diesem fraglichen Punkte Einheitlichkeit geherrscht hat. Sehen wir also noch heute bei einer grossen Zahl von Tuffpunkten Maarkessel, wenn auch mehr oder weniger im Zustande von Ruinen, so wird es von vornherein wahrscheinlich, dass auch an allen Stellen solche Kessel vorhanden gewesen sein werden.

An einigen anderen Stellen sodann, an welchen letztere auf der Alb nicht mehr vorhanden, abrasiert sind, an welchen also der

Tuffgang jetzt zu ebener Erde mündet, finden sich doch Reste von Versteinerungen, welche zweifellos darthun, dass hier einst ein See, also auch ein Maarkessel, vorhanden war. Selbst nämlich das Vorkommen von tertiären Landschnecken, wie *Helix*, in den obersten Schichten eines solchen, jetzt zu ebener Erde mündenden Tuffganges beweist unwiderleglich, dass sich hier niemals ein Tuffberg über dieser Stelle erhoben haben kann. Denn wie sollten in das damalige Innere eines solchen Berges Landschnecken gekommen sein; an diejenige Stelle, an welcher die Tuffröhre oben mündet und der, rings um deren Mündung aufgeschüttete Tuffberg mit grösserer Grundfläche als diese beginnt? Selbst das Vorkommen von tertiären Landschnecken und Säugetieren in oder auf dem Tuffe thut uns mithin das ehemalige Vorhandensein einer Vertiefung, eines Maares dar, auf deren Boden jene Tuffröhre mündete[1].

Drittens: Endlich aber finden wir nirgends auf der Alb auch nur einen winzigen Überrest eines ehemaligen Vulkanberges. Nirgends bilden unsere Tuffmassen auf der Alb Erhöhungen, überall liegen sie nur in vertieften oder ebenen Stellen. Nun ist der Tuff recht hart; er ist sehr wohl im stande Berge zu bilden. Das sehen wir ja im Vorlande der Alb, in welchem er sich bei der Erosion fast überall die Gestalt von Erhöhungen gegenüber den anderen Gesteinen, welche er durchsetzt, zu erringen wusste. Auch am Steilabfalle der Alb, im Weiss-Juragebiete, ragt er, aber auch nur infolge späterer Herausarbeitung, nicht selten schroff empor: Konradsfels No. 47, Ulmereberstetten No. 61, Buckleter No. 57, Karpfenbühl No. 65, Bürzlenberg No. 68, Kugelbergle No. 69, Burgstein No. 70. Warum also bildet er nicht an einer einzigen Stelle oben auf der Alb heute eine Erhöhung? Weil er niemals eine solche gebildet hat, das ist die einzige befriedigende Erklärung.

Nur bei der Teckburg No. 34 Fig. 8 bildet der Tuff einen kleinen Buckel. Es ist aber zweifellos, dass er diese Gestalt nur dadurch erlangt hat, dass auf dem schmalen Grate, auf welchem dieser Gang auftritt, zu beiden Seiten des letzteren die ihn einschliessenden Weiss-Jurakalke abbröckelten und in die Tiefe stürzten, so dass der Kopf des Ganges nun etwas erhöht herausschaut. Ganz hinfällig wäre auch die Ansicht, dass ja der Basalt des Dintenbühl No. 36 und Sternberg No. 37 oben auf der Alb als Berge emporragten. Nicht der Basalt bildet dort einen Berg, sondern der Weiss-

[1] Über die Versteinerungen s. „Das Alter der Tuffe".

Jurakalk, in welchem der Basalt aufsetzt, thut das; und diese beiden Berge sind nichts anderes als Erosionsreste der einst höher gewesenen kalkigen Hochfläche. Dieselbe Überlegung aber gilt vom Basalte des Eisenrüttel No. 38, welcher nur an der SO.-Seite darum als kleine Erhöhung aufragt, weil an dieser Seite durch breite Thalbildung der ihn einschliessende Kalk entfernt wurde.

Wir sehen also, dass heute oben auf der Hochfläche nicht einmal der Basalt Berge oder auch nur Reste ursprünglicher Berge bildet, geschweige denn der Tuff. Das aber ist sicher ebenfalls ein Beweis dafür, dass das auch ursprünglich nicht der Fall gewesen ist. Allerdings könnte man einwerfen, dass der Tuff ursprünglich nicht so hart gewesen ist, sondern eine losere Masse bildete, daher die etwa aus ihm gebildeten Berge leichter durch die abtragenden Kräfte beseitigt werden konnten. Dem gegenüber möchte ich auf die Tuffmassen des Hegau verweisen (s. vorne S. 170 und 165 [1]). Dort wird ungefähr dieselbe Regenmenge [2] fallen wie in der Gegend von Urach. Trotzdem sind dort mächtige Tuffmassen und Tuffberge erhalten geblieben. Warum also nicht auch auf der Alb? Wiederum kann die Antwort nur lauten: „Weil auf der Alb niemals aufgeschüttete Tuffberge vorhanden gewesen sind."

Man sieht also, dass von allen Einwürfen, welche meiner Ansicht von der Maarnatur gemacht werden könnten, höchstens der übrig bleiben könnte, dass hier und da ein ganz kleiner, daher jetzt völlig beseitigter Tuffhügel vorhanden gewesen sein mag. Diese Behauptung kann ich nicht widerlegen. Ich habe mir natürlich selbst diesen Einwurf gemacht, halte ihn aber nicht für sehr einleuchtend. Offenbar handelt es sich bei unseren Ausbrüchen nur um eine kurze Explosion. So kurz, dass nirgends ein Lavastrom (s. vorne S. 486) ausgeflossen ist, obgleich doch an mehr als 130 Punkten Ausbruchsversuche stattfanden, also überreichliche Gelegenheit dazu vorhanden gewesen wäre. So kurz, dass unter dieser gewaltigen Zahl von Ausbruchsstellen nur einige wenige sind, an welchen der Schmelzfluss die Zeit fand, bis nahe an die Oberfläche der Alb zu steigen; in allen übrigen Fällen blieb er unten in der Tiefe (s. später). Wir haben also, und darin liegt eben das so überaus Eigenartige unseres Gebietes, trotz der ganz gewaltigen Zahl von Ausbruchsstellen in unserem Gebiete, doch überall nur ein kurzes Eintagsleben des

---

[1] Welche allerdings etwas jünger sind als diejenigen bei Urach.

[2] Über die Wichtigkeit derselben bei der Abtragung s. vorne S. 39 pp.

Vulkanismus. Unter solchen Umständen aber ist es von vornherein ganz unwahrscheinlich, dass es zur Aufschüttung von selbst nur kleinen Aschenbergen gekommen ist.

So wird es im höchsten Masse wahrscheinlich, dass oben auf der Alb keine aufgeschütteten Aschenberge, sondern nur Maarkessel vorhanden waren. Was aber von diesem noch stehengebliebenen Teile der Alb gilt, das wird wahrscheinlich auch von dem bereits abgetragenen Teile derselben, also von den Tuffgängen im heutigen Vorlande der Alb, gelten. In um so höherem Grade, als auch hier — wenn auch ganz vereinzelt, weil ja die oberen Teile der Tuffsäulen abgetragen sind — Stücke[1] von im Wasser geschichtetem Tuffe sich finden.

Die Deutung der Basaltmassen unseres Gebietes in ihrer Beziehung zu ehemaligen Maaren.

Wohl ist seiner Zeit bereits kurz bei der Beschreibung der drei Basaltmassen No. 36, 37, 38 gesagt worden, warum man dieselben notwendig als Maare betrachten muss. Es erscheint aber doch nötig, dies hier in ausführlicherer Weise noch zu begründen.

Wir haben gesehen, dass alle unsere Tuffvorkommen in Form senkrechter Gänge von meist rundlichem oder ovalem Querschnitte auftreten, dass alle diese Gänge ehemals zu Maaren in Beziehung standen; dass die betreffenden Ausbruchskanäle also an der Erdoberfläche in Form von tiefen bis ganz flachen Maarkesseln mündeten, welche z. T. noch vorhanden, z. T. aber längst abgetragen sind.

Ausser diesen 121 Tuffgängen treten aber in unserem Gebiete noch 18 bezw. 22 Basaltgänge (s. die Anmerkung) auf. Der grössere Teil derselben, nämlich 12, setzt in den obengenannten Tuffgängen auf, tritt aber dort an Masse gegenüber derjenigen des Tuffes weit zurück. Durch seine Verbindung mit den Tuffgängen ist natürlich der Zusammenhang dieser 12 Basaltgänge mit ehemaligen Maaren zweifellos erwiesen.

Es bleiben jedoch noch 6 weitere Basaltmassen, welche nicht in Tuffgängen aufsetzen, sondern allein für sich, ohne Tuff erscheinen[2]. Hierher gehören die vier auf der Hochfläche der Alb, südlich von Urach auftretenden Basaltmassen des Eisenrüttel No. 38, Sternberg

[1] Über diese Stücke s. S. 512—515.

[2] Nur der Gang im Buckleter No. 127 wird von ein wenig Tuff begleitet.

No. 37, Dintenbühl No. 36, sowie der lange, schmale, plattenförmige Gang bei Grabenstätten No. 126. Zwei weitere Massen finden sich in zwei in diese Hochfläche einschneidenden Thälern nahe bei der Stadt Urach: Im Ermsthale am Buckleter No. 127 und No. 125 in dem Zittelstadtthale[1]. Bei diesen Basaltmassen gilt es nun ebenfalls die Frage zu entscheiden, ob sie in Beziehungen zu Maaren stehen bezw. standen oder nicht.

Ich beginne mit der Besprechung der grössten Basaltmasse unseres Gebietes, derjenigen des Eisenrüttel No. 38, welche an der Erdoberfläche einen Flächenraum von 7—8 ha einnimmt. Auf der NW.- bis SW.-Seite steckt diese Masse, wie wir vorne S. 478 sahen, noch ganz im Weiss-Jura ε drinnen. Auf den anderen Seiten ist letzterer bereits etwas abgeschält worden, so dass hier Weiss-Jura-Berge den Basalt in einiger, aber geringer Entfernung umgeben.

Wie haben wir dieses Vorkommen aufzufassen? Man könnte zunächst daran denken, dass sich einst hier ein echter Vulkanberg auf der Alb aufgebaut hätte mit einem Aschenkegel und dem Krater an der Spitze desselben. Nach dessen Zerstörung wäre nun der innere basaltische Kern herausgeschält und freigelegt worden, wie wir das an vielen Orten sehen. Man könnte aber auch sich vorstellen, dass an dieser Stelle der Alb, wie an so vielen anderen derselben, ein einfacher Explosionskrater, ein Maar vorhanden war. Der Kessel desselben wäre abgetragen, wie ebenfalls so häufig in unserem Gebiete der Fall, und der mit Basalt erfüllte Ausbruchskanal steckte nun seinen Kopf an der Erdoberfläche heraus. Endlich könnte dieses Vorkommen ein einfacher Basaltgang sein, welcher nie mit einem Maare in Verbindung stand. Was ist das Richtige oder doch Wahrscheinlichere?

Nichts deutet darauf hin, dass sich an der Stelle des Eisenrüttel einst ein richtiger Vulkankegel erhoben hat. Nicht die leiseste Spur eines solchen hat sich erhalten. Nun sind freilich auch an vielen anderen Orten der Erde solche Vulkanberge spurlos verschwunden. Aber es ist dann der im Innern derselben steckende feste Kern in Gestalt eines Basalt-, Trachyt- oder Phonolithkegels herausgearbeitet worden, welcher sich nun über das umgebende Gelände erhebt und mit einem dünnen, stielförmigen Gange in der Tiefe wurzelt. Ein solcher Kern liegt hier aber durchaus nicht vor. Unser Basalt steckt vielmehr noch von der NW.- bis zur SW.-

---

[1] Vier andere Basaltgänge sind fraglich.

Seite ganz im Weiss-Jura drinnen, er erhebt sich hier nicht im mindesten über die Hochfläche, und nur an der SO.-Seite ragt er als kleine Kuppe hervor, weil hier der ihn hoch überragende Kranz von Weiss-Jura durch Thalbildung abgetragen und unterbrochen ist. Es ist also ein einfacher Basaltgang, und die Annahme, dass hier einst ein echter Vulkanberg auf die Alb aufgesetzt gewesen wäre, entbehrt jeglicher Stütze, daher werden wir sie verwerfen müssen.

Nun bleiben zwei verschiedene Möglichkeiten übrig: Unser Gang ist entweder die einfache Ausfüllung einer Spalte, oder er ist der in die Tiefe hinabsetzende basalterfüllte Ausbruchskanal eines einstigen Maarkessels. Betrachten wir den Umriss unserer Basaltmasse, so ergiebt sich ein ungefähres Oval. Unserem Gange liegt mithin keine langgestreckte Spalte zu Grunde, wie das z. B. bei dem Basaltgange bei Grabenstetten No. 126 und an zahlreichen Orten der Erde der Fall ist. Vielmehr haben wir einen Ausbruchskanal ungefähr rundlichen Querschnittes vor uns. Derartige Kanäle aber sind für unser Maargebiet ausserordentlich kennzeichnend, wir finden sie hier in mehr als hundertfacher Wiederholung, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass sie alle einst mit Maaren in Verbindung standen.

Wir werden daher am ungezwungensten unseren Gang am Eisenrüttel erklären können durch die Annahme, dass derselbe ebenfalls einst zu einem Maare in Beziehung stand. Die Kesselwand des letzteren ist an der NW.- bis zur SW.-Seite, sowie im SO. durch Thalbildung, abrasiert, wie das ja so vielfach bei uns der Fall ist; der in die Tiefe hinabführende Gang ist übrig geblieben. Nun ist freilich der letztere hier mit Basalt erfüllt, während die Füllmasse in unserem Gebiete fast immer aus Tuff besteht. Allein das kann unmöglich ein Grund gegen die obige Annahme sein, denn das ist etwas Nebensächliches. Sehen wir ja doch in einer freilich nicht grossen Zahl von Fällen, dass in unseren Tuffgängen wiederum Basaltgänge aufsetzen. Letztere müssen natürlich nach der Tiefe hin immer dicker werden und zuletzt den Tuff ganz verdrängen, so dass dort die Füllmasse in der Tiefe nur aus festem Gestein besteht, ganz wie das hier bis zur Oberfläche hin der Fall ist. Warum soll nicht auch einmal der Basalt höher hinaufgestiegen sein und die Röhre bis auf den Grund des Maarkessels hin erfüllt haben?

Eine solche Annahme aber scheint mir zur Gewissheit zu werden, wenn wir unsere Blicke auf zwei benachbarte Basaltmassen werfen; diejenige des Sternbergs No. 37 und des Dintenbühl No. 36. Dort finden wir das in Wirklichkeit, was wir hier nur annehmen

konnten, nämlich kesselförmige Bildungen, wenn auch nicht mehr ringsum erhalten. Wie wir bei unseren übrigen Maaren alle Abtragungsstadien vom fast vollkommen erhaltenen Kessel bis zum völlig abrasierten Schritt für Schritt verfolgen können, so haben wir auch hier eine solche Reihe. Entsprechend der kleinen Zahl der Basaltvorkommen ist sie natürlich nur klein. Sie lautet:

Dintenbühl mit vorzüglich erhaltenem Maarkessel, nur die W.- und NW.-Wand fehlt.

Sternberg mit ebensogut erhaltenem, nur die W.-Wand ist durchbrochen und der Kessel bereits sehr flach.

Eisenrüttel mit viel stärker abgetragenem Kessel, so dass der den Ausbruchskanal füllende Basalt z. T. schon aus ebenem Boden herausschaut. Man mag sich gegen eine solche Vorstellung sträuben, wie ich das gethan habe. Wenn man aber logischer Schlussfolgerung sich nicht widersetzen und die Erosionsreihe unserer Maare nicht verkennen will, dann wird man zu solchem Schlusse gedrängt.

Quenstedt erklärt nun freilich die kesselförmigen Bildungen am Sternberg und Dintenbühl für Kratere, er sieht also in diesen Vorkommen echte Vulkane. Aber der Krater eines solchen liegt an der Spitze oder auf den Flanken des kegelförmigen Berges, welchen letztern die Natur aus vulkanischem Materiale sich selbst auf die Erdoberfläche aufgeschüttet hat. Davon ist hier jedoch gar keine Rede. Zwar sehen wir auch hier Berge; aber dieselben bestehen aus Kalk, sie sind also nur durch die Erosion aus der Hochfläche herausgenagte Höhen. Wir haben mithin am Sternberg und Dintenbühl einfache Löcher, welche in die aus Weiss-Jura ε bestehende Erdoberfläche gesprengt sind, also zweifellose Explosionskratere, Maare, embryonale Kratere.

Es ist daher auch die Annahme, dass etwa über dem Sternberg No. 37 und Dintenbühl No. 36 früher einmal ein echter Vulkankegel aufgetürmt gewesen sein könnte, durchaus hinfällig. Man denke sich das einmal; stelle sich dann vor, dass derselbe gänzlich abgetragen worden wäre. Dann würden wir hier eine ebene Erdoberfläche haben, nicht aber eine so sauber reingehaltene Kesselbildung, welche beim Dintenbühl noch eine ganz ansehnliche Tiefe besitzt.

Aus allen diesen Gründen folgt mithin, dass die drei auf der Hochfläche der Alb gelegenen basaltischen Vorkommen des Dintenbühl No. 36, Sternberg No. 37 und Eisenrüttel No. 38 ebenfalls als Maare zu betrachten

sind, deren Ausbruchskanäle mit Basalt anstatt mit Tuff erfüllt wurden.

Und doch macht sich ein auffallender Unterschied zwischen der grossen Schar unserer anderen Maare und diesen dreien geltend. Fassen wir alle anderen unserer Maare ins Auge: Indem ihre Ausbruchskanäle durch die Erdrinde gebohrt wurden, musste diese letztere aus dem Kanale herausgeblasen werden. Im zerschmetterten Zustande finden wir sie in den Tuffen wieder, welche diese Kanäle füllen. Warum finden wir sie nicht auch in den Basalten wieder, welche am Sternberg, Dintenbühl und Eisenrüttel die Kanäle füllen? Zwar einzelne Kalkstücke zeigen sich hier und da eingeschlossen in unseren Basalten. Aber was will das sagen gegenüber der ungeheuren Menge zerschmetterten durchbrochenen Gesteines in unseren Tuffen.

Woher dieser Unterschied? Eine Antwort liegt nahe: In allen übrigen Fällen waren grosse Gasmassen im Spiel. Die zahllosen Explosionen derselben bohrten nicht nur den Kanal, sondern verhinderten auch die Basaltlava als Ganzes in die Höhe zu steigen, indem sie die jeweiligen oberen Schichten derselben unaufhörlich zerschmetterten. Daher hier die Tuffbildung. In jenen drei Fällen des Sternberg, Eisenrüttel und Dintenbühl dagegen war ein minderes Mass explodierender Gase in Thätigkeit. Daher hier gar keine Aschenbildung, sondern ungehindertes Aufsteigen des Schmelzflusses. Denn an Verschiedenheiten des letzteren kann das nicht liegen; dieser ist in den Tuffen derselbe basaltische wie in den Basalten. Diese Erklärung leuchtet ein; aber der Kanal musste doch erst gebohrt werden und das war nur mit Hilfe explodierender Gase möglich, wie bei Besprechung der Entstehung unserer Ausbruchskanäle gezeigt wird. Die Frage bleibt daher immer noch: Wo blieben denn die herausgeblasenen Granite und Schichtgesteine? Wir müssen wohl annehmen, dass die mit Gewalt hochsteigende Lavasäule diese lose Füllmasse des Kanales vor sich her in die Höhe geschoben, dass sie sich das Rohr später gereinigt hat. Vielleicht ist auch das Aufsteigen des Schmelzflusses in dem letzteren so schnell gleich nach dem Ausblasen des Kanales erfolgt, dass sich in diesem wenig loses Material anhäufen konnte, so dass der aufquellende Schmelzfluss leichtes Spiel hatte. Der grösste Betrag des zerschmetterten durchbrochenen Gesteines wird aus der Röhre herausgeworfen sein und ist, als lose Masse, jetzt längst beseitigt, der Erosion zum Opfer gefallen. Freilich oben auf dem Kopfe unserer drei Basaltgänge möchte man gern zur Bestätigung der Wahrheit dieser Auffassung doch

noch etwas von einer solchen Kappe zerschmetterten Materials finden. Am ersten müsste das beim Sternberg und Dintenbühl der Fall sein, in deren Kesselbildungen dies Material ja erhalten geblieben sein könnte. Allein beide Kessel sind nicht mehr völlig geschlossen, jeder hat ein ihn entwässerndes Abflussthal, welches beim Dintenbühl sogar eine mächtige breite Lücke im Walle darstellt. Durch diese Pforte kann natürlich längst der lose oben auf dem Kopfe der Basaltgänge liegende Schutt herausgefegt worden sein. Überdies finden sich im Ackerboden des Maarkessels am Dintenbühl Weiss-Jurastücke, die vielleicht solcher Herkunft sind.

Eines wolle man nicht verwechseln: Unsere Tuffmassen im Vorlande der Alb sind mit dicken Schuttdecken bekleidet, in welchen geradezu riesige Blöcke, ganze Fetzen von Weiss-Jura liegen. Derartige Riesenblöcke müssten, so könnte man fordern, doch auch im Kessel des Dintenbühl und Sternberg liegen geblieben sein. Allein ich habe gezeigt, dass diese Schuttmäntel[1] unserer Tuffberge im Vorlande der Alb nicht etwa aus zerschmettertem, bei der Entstehung des Ausbruchskanales in die Höhe geworfenem Materiale bestehen, sondern dass ihre Bildung nur durch die Abtragung der Alb hervorgerufen wurde. Der Schuttmantel bildet sich aus den letzten Resten des Nebengesteines, welches unsere Tuffgänge einst umkleidete, aus den letzten Resten der Alb. Da wir uns nun bei dem Dintenbühl, Sternberg und Eisenrüttel noch hoch oben auf der Alb befinden, werden wir auch nicht fordern dürfen, dass wir den aus den letzten Resten der Alb erst entstehenden Schuttmantel mit seinen Riesenblöcken oben auf dem Kopfe unserer Basaltgänge finden könnten.

So ganz fehlt übrigens zerschmettertes durchbrochenes Gestein nicht auf diesen drei Basalten. Ich erwähnte schon der Kalkstücke im Kessel des Dintenbühl. Auf oder besser in dem Eisenrüttel liegen gleichfalls Weiss-Jurakalkstücke; und QUENSTEDT fand dort sogar eine Gneissscholle.

So haben wir auch diesen Einwurf, welcher der oben vorgetragenen Deutung unserer drei Basaltvorkommen als Stätten einstiger Maare im Wege zu stehen schien, widerlegen können. Die obige Deutung wird daher als die wahrscheinlichste zu Recht bestehen bleiben, und wir werden folgern dürfen:

Die ganz überwiegende Mehrzahl der Maare unseres Gebietes, nämlich 121, ist durch eine Tuff-Füllmasse ihrer Ausbruchskanäle gekennzeichnet; eine ver-

[1] s. S. 525.

schwindende Minderzahl, mit Sicherheit zunächst nur 3, durch eine feste Basaltfüllung derselben ganz[1] ohne Tuffbegleitung. Dass eine solche Deutung dieser Basaltgänge als Maar-Kanäle das Richtige trifft, geht aber weiter daraus hervor, dass z. B. in der Hohen Eifel[2], im Maar des grossen Weihers an 9 verschiedenen Punkten, allerdings nur im nördlichen Teile desselben, Basalt nachgewiesen worden ist. Es ist das eben nur eine etwas höhere Entwickelungsstufe.

Wir haben aber nun noch 3 andere Basaltgänge in unserem Gebiete, welche mehr oder weniger ohne Tuffe auftreten. Wir werden auch diese auf die obige Frage hin zu deuten haben.

Oben auf der Hochfläche der Alb liegt nur noch ein einziger Gang, das ist der bei Grabenstetten auftretende No. 126. Dieser etwa 1 km lange, nur 2 m breite Gang ist selbstverständlich die Ausfüllung einer entsprechend gestalteten Spalte; er hat also mit einem Maare nie in Verbindung gestanden.

Dann finden wir im SO. von Urach das kleine Basaltvorkommen in der Zittelstadt No. 125. Bei der winzigen Grösse des Aufschlusses lässt sich nichts über dasselbe sagen.

Wie dieses so liegt auch das dritte, im Buckleter No. 127, nicht mehr auf der Hochfläche, sondern bereits unten im Thale, und zwar im obersten Braun-Jura. Hier zeigt sich etwas Tuff an der nördlichen Wand des Ganges. Wir werden daher diesen Basaltgang als einen der in einem Tuffgange aufsetzenden Basaltgänge betrachten dürfen; nur dass in diesem Falle hier unten, in der Tiefe des Oberen Braun-Jura, der Tuff bereits fast ganz durch das feste Basaltgestein verdrängt ist, während er in den anderen Fällen noch in grössere Tiefe hinabreicht. Das ist jedoch nebensächlich. Auch im Basaltgange des Buckleter No. 127 werden wir daher wohl den Ausbruchskanal eines einstigen Maares erblicken dürfen. Genau dasselbe aber gilt natürlich von allen anderen 12 unserer Basaltgänge; denn diese zeigen sämtlich nur ein untergeordnetes Auftreten festen Gesteines inmitten bedeutend mächtigerer Tuffgänge, welche sicher einst mit Maaren in Verbindung standen.

---

[1] Ob der Sternberg nicht doch auch etwas Tuff besitzt, lasse ich dahingestellt. Zur Zeit war das nicht zu erkennen.

[2] v. Dechen, Geognostischer Führer zur Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn. 1861. S. 196.

Die Gestalt der Maarkessel und der Ausbruchskanäle in der Gruppe von Urach.

Die Maarkessel unseres Gebietes. Durchmesser. Tiefe. Randwall.

Die in die Tiefe hinabsetzenden Ausbruchskanäle der Maare unseres Gebietes. Runder oder ovaler Querschnitt. Bleibt der Durchmesser der Röhre oben und unten gleich? Gegenüber den Gängen rundlichen Querschnittes steht nur eine verschwindende Minderzahl langgestreckt spaltenförmiger. Der auffallend dreieckige Umriss des Jusiberges. Gänge unregelmässigen Querschnittes; entstanden durch Zusammenfliessen zweier dicht benachbarter Röhren oder durch Höhlenbildung? Möglichkeit einer Täuschung über die Form des Querschnittes und die Mächtigkeit von Gängen bei senkrechtem Anschnitte letzterer. Nah benachbarte und Zwillings-Maare bezw. -Maartuffgänge.

Die Maarkessel.

Maarkessel sind in unserem Gebiete nur oben auf der Alb noch erhalten; am Steilabfalle derselben sind sie noch in Bruchstücken sichtbar; im Vorlande der Alb sind sie natürlich mit dem Abgetragenwerden dieser ebenfalls spurlos verschwunden. Aber auch oben auf der Alb sind sie, infolge ihres hohen geologischen Alters, bereits mehr oder weniger zerstört. In welcher Weise, das wird in dem Abschnitte: „Die Denudationsreihe der Maare“ später dargelegt werden. An dieser Stelle handelt es sich nur um die Gestalt, Grösse und Tiefe dieser Kessel.

Ich spreche absichtlich in dieser Arbeit stets von Kesseln, während bei typischen Maaren wohl mehr von Trichterbildungen die Rede sein muss. Aber obgleich unsere Maare gewiss ebenso echte Maare, d. h. Explosionskratere sind, wie diejenigen der Eifel und Auvergne, so fehlt ihnen eben das typisch Trichterförmige und wird hier meist durch eine mehr kesselförmige Bildung ersetzt. Während also bei jenen Maaren der Eifel und Auvergne der — bisher zwar noch unbekannte, aber doch sicher ebenso wie bei unseren vorhandene, aus der Tiefe heraufführende — Ausbruchskanal sich am obersten Ende stark trompetenförmig erweitert, ist bei unseren Maaren meistens eine solche Erweiterung mehr oder weniger gemildert. Es fallen hier also die Wände des in die Erdoberfläche eingesprengten Loches weniger schräg, mehr steil ein. Das beste Beispiel ist das Randecker Maar No. 39. Doch kommt das andere auch vor; so zeigen die Maare von Wittlingen No. 14 und Apfelstetten No. 22 eine mehr an das Trichterförmige erinnernde Bildung, welche durch das Einkerben eines Thales in den Rand des Maares noch nicht einmal so scharf ausgeprägt erscheint, als sie es wirklich ist. Der allerdings sehr typisch

aussehende Trichter des Maares mit dem Hofbrunnen No. 20 scheint doch erst später durch Erosion entstanden zu sein, nicht ursprünglich.

Übrigens ist dieses Trichterförmige der Mündung gewiss auch bei anderen Maaren verschieden stark ausgebildet. So schildert uns E. Naumann[1] die Entstehung eines Maares am Shirane in Japan, welches nur völlig senkrechte Wände besitzt. Die Diatremata (s. später „die Vergleichung . . . .") Südafrikas verhalten sich genau ebenso; hier ist nur eine geringe Erweiterung des Kanales vorhanden.

Über den Durchmesser der Maarkessel unseres Gebietes werden in der folgenden Tabelle eingehendere Angaben gemacht werden. Das grösste Maar, das von Randeck No. 39, misst 1000 m; eines der kleinsten, dasjenige von Apfelstetten No. 22, hat etwa 300 und 250 m. Der Umriss der Maare ist ein kreisförmiger oder ovaler, soweit sich derselbe eben noch feststellen lässt.

Die Tiefe unserer Maarkessel beträgt bei dem Randecker Maare 60—80 m, bei dem von Apfelstetten etwa 20—25 m. Man vergesse aber nicht, dass das nicht mehr die ursprüngliche Tiefe des Kessels ist: Letztere ist ja verringert worden dadurch, dass der Rand des Kessels abgetragen wurde, während durch hinabgespülten Schutt und Süsswasserablagerungen gleichzeitig auch eine Auffüllung des Kesselbodens stattfand. So wurde die Tiefe mehr und mehr verringert bis hinab auf Null. Auf der anderen Seite konnte sie auch wieder etwas vergrössert werden dadurch, dass ein Abflussthal den Schutt und Tuff hinausführte.

Im allgemeinen muss die Tiefe jetzt geringer wie früher sein. Wie viel von der Tiefe durch Abtragung der Ränder des Kessels verloren gegangen ist, lässt sich in jedem Einzelfalle ungefähr feststellen. Denn die Kessel sind zu mittelmiocäner Zeit in die Oberfläche des Weiss-Jura eingesprengt worden und höher als bis ε und ζ hinauf hat dieser nie gereicht. Es sind auch, wie die Einschlüsse der Tuffe beweisen, jüngere Schichten über dem Weiss-Jura nicht abgelagert gewesen. Wenn daher heute ein Maarkessel im δ eingesprengt liegt und 50 Fuss Tiefe besitzt, so wird seine ursprüngliche Tiefe nicht grösser gewesen sein können als 50 Fuss + der dortigen Mächtigkeit des jetzt abgetragenen ε. Das ζ hat ja eine beschränkte Verbreitung offenbar schon früher ebenso wie jetzt gehabt; es fehlt daher auch meistens in den Tuffen s. 1894 S. 562.

[1] Petermann's Mitteilungen von Japan. 1893. Ergänzungsheft No. 108. S. 1—15.

Ein Kranz oder Randwall aus Schutt und Tuff rings um die Mündung des Maarkessels wird bei manchen, aber nicht bei allen Maaren jüngeren Alters gefunden. Unseren Maaren der Gruppe von Urach fehlt er ausnahmslos, nicht der leiseste Rest eines solchen ist mehr vorhanden. Früher indessen waren vielleicht auch hier solche Ringwälle vorhanden, die jedoch dann längst der Denudation zum Opfer gefallen sind.

Welches Gestein den Boden von Maaren bildet, ob Tuff oder Basalt; wie die Verbindung des Maares mit dem einstigen Schmelzherde hergestellt wird, ob durch einen runden Kanal oder eine Spalte oder nur durch eine Zone zerrütteten Gesteines — das war bisher von keiner als Maar erkannten Bildung bekannt. Zum ersten Male gewährt uns unsere Maargruppe von Urach einen solchen Einblick und lässt uns erkennen, dass röhrenförmige Kanäle in die Tiefe führen, dass sie, fast ausnahmslos, mindestens bis hinab zu 500 m Tiefe mit Tuff erfüllt sind. Nur ausnahmsweise erscheint statt des Tuffes Basaltfüllung der Kanäle. Der Beschaffenheit dieser Kanäle wollen wir uns daher jetzt zuwenden.

Die Ausbruchskanäle der Maare unseres Gebietes.

Die Gestalt der Ausbruchskanäle unseres Gebietes von Urach lässt sich leicht erkennen aus den Schnittflächen, welche die Erdoberfläche durch die Kanäle in senkrechter, wagerechter und schräger Richtung durch dieselben hindurchgelegt hat.

Oben auf der Hochfläche der Alb haben wir wagerechte Schnitte. Hier ergiebt sich als die Projektion dieser Tuffsäulen vorwiegend ein rundlicher oder ovaler Umriss. Freilich wird nicht in allen Fällen, in welchen die geologische Karte von Württemberg hier oben auf der Alb einen solchen angiebt, dieser Umriss ein genau richtiger sein; denn wenn Aufschlüsse fehlen, so ist die eingezeichnete Kreis- oder Ovalform sozusagen eine Verlegenheitskurve, welche in Ermangelung besserer Erkenntnis von dem Darstellenden gewählt wird. Ich kann daher nicht mit Sicherheit angeben, ob wirklich, wie ich vermute, in allen Fällen dieser rundliche Umriss oben auf der Alb genau dem Thatsächlichen entspricht.

Es ist das aber sehr wahrscheinlich; denn unten am Steilabfalle der Alb und vor allem im Vorlande derselben, wo die Aufschlüsse meist sehr gute sind, finden wir fast immer runde oder ovale Umrisse der Tuffmassen. Dort im Vorlande haben wir wage-

rechte Schnitte durch die unteren, tieferen Teile von Ausbruchsröhren. Hier auf der Alb hatten wir Schnitte durch die oberen Teile solcher. Es liegt nun gar kein Grund vor, anzunehmen, dass die im Vorlande auftretenden Kanäle, welche ja auch einst bis auf die Höhe der Alb reichten, anders gestaltet sein sollten, als die weiter südlich, oben auf der Alb zu Tage ausstreichenden. Wir werden daher mit Recht von ersteren auf letztere zurückschliessen und sagen dürfen:

In so gut wie allen Fällen werden die Ausbruchskanäle in der Gruppe von Urach gebildet nicht durch langgestreckte Spalten, sondern durch senkrechte, kanal- oder schornsteinartige Röhren von rundem oder ovalem Querschnitte. Da dieser letztere sich oben im Weissen Jura, unten im Braunen Jura, noch tiefer im Lias bis in den Keuper hinein in gleichmässiger Weise zeigt, so behalten diese Röhren eine solche Gestalt unverändert mindestens bis in eine Tiefe von 5—800 m bei. Falls sie also aus langgestreckten Bruchlinien der Erdrinde ihren Anfang nehmen sollten, so könnte dies erst in bedeutender Tiefe der Fall sein (s. später über diese Frage).

Die zweite Frage würde nun dahin gehen, ob unsere Ausbruchsröhren in allen Tiefen, bis in welche wir dieselben hinab verfolgen können, einen gleichbleibenden Durchmesser besitzen, oder ob sie sich nach unten langsam verjüngen. Nun haben wir in einem und demselben Ausbruchskanale natürlich immer nur einen einzigen durch die Erdoberfläche herbeigeführten Querschnitt. Mit völliger Sicherheit können wir daher diese Frage gar nicht entscheiden. Aber wir können das doch mit sehr angenäherter Sicherheit thun, indem wir die Durchmesser der im Vorlande der Alb liegenden, also in tiefem Niveau angeschnittenen, Röhren vergleichen mit denjenigen der im hohen Niveau, oben auf der Alb, angeschnittenen. Es lässt sich doch auch hier wieder unmöglich annehmen, dass die etwas weiter gegen N. gelegenen Gänge durchschnittlich andere Durchmesser gehabt haben sollten, als die auf der Alb. Finden wir daher im Vorlande durchschnittlich ungefähr dieselben Durchmesser wie oben auf der Alb, so werden wir annehmen können, dass der Durchmesser auch in jeder einzelnen Röhre von oben nach unten gleichbleibt. Finden wir dagegen im Vorlande durchschnittlich kleinere Durchmesser, so werden wir folgern müssen, dass sich die Röhren nach oben erweitern.

Ein Blick auf die geologische Karte von Württemberg zeigt sofort, dass im Vorlande der Alb die Durchmesser der Tuffflecke kleiner sind, als oben auf der Hochfläche. Auf der hier beigegebenen Karte verschärft sich dieser Gegensatz noch etwas mehr. Oben auf der Alb habe ich nämlich die auf ersterer Karte eingezeichneten Tuffflecke fast sämtlich unverändert in die meinige übernehmen müssen, da hier meistens Aufschlüsse fehlen und zudem Dörfer das Gelände zudecken. Unten im Vorlande und am Steilabfalle dagegen habe ich (s. die Erklärung zu der Karte am Schlusse der Arbeit) den grössten Teil der Tuffflecke etwas verändert eingezeichnet; hierbei ist wohl keiner derselben grösser, mancher aber kleiner geworden.

Um in dieser Beziehung ganz klar zu sehen, wäre es nötig, den Durchmesser eines jeden unserer Maare und Tuffgänge anzugeben. Ich habe mich in der That dieser Mühe unterzogen und hierbei noch die im Gebiete des Oberen, des Unteren Braun-Jura und des Lias zu Tage tretenden Tuffgänge von einander getrennt. Ich sehe aber doch lieber von einer Veröffentlichung dieser Tabellen ab, weil ich nicht völlige Genauigkeit erreichen konnte. Teils aus oben genanntem Grunde, teils weil die topographische Grundlage der Karte einen zu kleinen Massstab besitzt. Ich will nur die Durchmesser einzelner Gänge bezw. Maare geben, welche ich durch Abschreiten feststellen konnte.

Rundliche Tuffgänge im Vorlande der Alb.

No. 90. Bölle bei Reudern, östlich 28 m und 41 m.
No. 91. „ „ „ westlich 23 m und 36 m.
No. 100. Am Authmuthbache, NW. von Kohlberg 30 m.
No. 92. Kräuterbühl 75 m.
No. 123. Am Scheuerlesbach 120 m.
No. 104. Dachsbühl 139 m.
No. 117. Sulzhalde 195 m.
No. 96. Bettenhard 210 m.

Maare oben auf der Alb[1].

No. 37. Sternberg 188 m.
No. 36. Dintenbühl 263 m und 200 m.
No. 13. Hengen 450 m und 300 m.
No. 38. Eisenrüttel 600 m und 350 m.

[1] Von diesen sind nur die Nummern 37 und 36 abgeschritten. Die anderen mussten auf der Karte gemessen werden, sind also ungenau.

No. 15. S. von Hengen 750 m und 450 m.
No. 62. O.-Gang im Zittelstadtthale 750 m und 500 m.

Vergleicht man diese Zahlen, so zeigt sich, dass der Durchmesser der im Vorlande der Alb angeschnittenen Gänge geringer ist als der oben auf der Alb zu Tage ausgehenden. Auch bei anderen Gängen zeigt sich dieser Gegensatz, so dass man ihn als durchschnittlich vorhanden ansehen kann, wenn gleich Ausnahmen nicht fehlen. Daraus lässt sich mit sehr grosser Wahr-

Gutenberger Steige. Vergröss. Kartenbild d. geolog. K. v. Württemberg.
Fig. 15.

scheinlichkeit folgern, dass auch ein jeder einzelne Gang bezw. Röhre unten einen kleineren Durchmesser besitzt als oben, dass also die Ausbruchskanäle unserer Maare sich nach oben erweitern. Indessen ist diese Erweiterung eine allmähliche. Sie verteilt sich auf einen Höhenunterschied von einigen Hundert Metern. Diese Röhren gleichen also langen aber umgekehrt gestellten Fabrikschornsteinen[1]: Eine allmähliche Verjüngung, welche durchaus nicht ident ist mit der trichterförmigen, sich rasch voll-

[1] Die sich ja nach oben verjüngen.

ziehenden, die sich im Kessel der typischen Maare der Eifel bemerkbar macht.

Ausnahmen kommen natürlich insofern vor, als auch im Vorlande grosse Durchmesser der Röhren sich finden, wie z. B. am Jusiberge No. 55, welcher etwa 900 m misst. Aber im allgemeinen findet wohl Obiges statt.

Gegenüber der erdrückenden Menge von Gängen ungefähr rundlichen oder ovalen Querschnittes, welche also auf umgekehrt schornsteinartige Röhren zurückzuführen sind, steht eine gänzlich verschwindend kleine Zahl solcher, welche in langgestreckten Spalten liegen.

Die geologische Karte von Württemberg zwar giebt bei einer etwas grösseren Zahl von Vorkommen ein derartig langgestrecktes Vorkommen an. Dies ist der Fall bei den vier Gängen an der Gutenberger Steige No. 42, 43, 44, 45; bei der Diepoldsburg No. 40 und dem Engelhof No. 41; endlich bei Erkenbrechtsweiler No. 30 und 31. Ich habe indessen bei der Beschreibung dieser Gänge nachgewiesen, dass das irrtümlich ist, dass vielmehr auch in diesen Fällen die Gänge einen rundlichen oder elliptischen Querschnitt besitzen. Vergl. vorne die Fig. 5 und 6 auf S. 216; 12 und 13 auf S. 240; endlich Fig. 15 mit Fig. 16 auf S. 606. Es verbleiben mithin nur die folgenden Vorkommen:

Langgestreckt spaltenförmige Gänge.

No. 126.	W. von Grabenstetten Basaltgang	550 m lang,	1 m breit.
No. 3.	SO. von Böttingen Tuffgang	?	

Man sieht, dass in unserem vulkanischen Gebiete von Urach unter im ganzen 127 Gängen mit Sicherheit nur 2 auf langgestreckte spaltenförmige Hohlräume zurückgeführt werden können.

Wenn man nun geneigt ist, sich Gänge immer als plattenförmige Ausfüllungen langhinstreichender Spalten zu denken, was auch dem Thatsächlichen meist entspricht, so könnte man vielleicht einen Augenblick im Zweifel darüber sein, ob man die Ausfüllungsmassen solcher röhrenförmigen Kanäle ebenfalls als Gänge bezeichnen solle. Gewiss ist das der Fall. „Gang ist alles, was einmal durch das Gestein hindurchgegangen ist“[1], lehrt H. Vogelsang; während

[1] H. Vogelsang, Zur Theorie der Gangbildungen. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1863. S. 32.

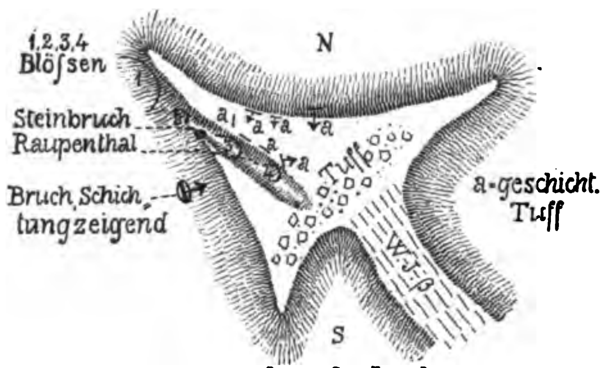


Naumann[1] definiert: „Gangartige Gebilde sind alle diejenigen, welche sich innerhalb eines im Gesteine oder Gebirge vorhandenen präformierten leeren Raumes entwickelt haben." Der Begriff des Plattenförmigen ist also für Gänge nicht das Massgebende, weil die Form des Hohlraumes und des ihn erfüllenden Gesteinskörpers nebensächlich sind.

Dagegen allerdings wäre es gut, diese Hohlräume je nach ihrer Gestalt mit verschiedenen Namen zu bezeichnen. Den Spalten gegenüber spreche ich daher in dieser Arbeit stets von Röhren oder Kanälen. Daubrée wendet für solche röhrenförmigen Gänge, welche nur durch Gasexplosionen entstanden sein können, den Ausdruck „Diatremata" an[2].

Abweichend gestaltete Tuffgänge.

Der dreieckige Jusi-Gang. Ausser der zahlreichen Schar röhrenförmiger und der verschwindend kleinen spaltenförmiger



Grundriss des Jusiberges
Fig. 29.

Tuffgänge findet sich in unserem Gebiete möglicherweise einer, welcher aus einer Vereinigung beider hervorgegangen sein könnte: Der Gang des Jusi-Berges No. 55. Der auffallend dreieckige Umriss desselben legt nämlich den Gedanken nahe, dass, wie die obenstehende Fig. 29 zeigt, zunächst zwei sich ungefähr rechtwinkelig kreuzende Spalten vorhanden waren. Der Schnittpunkt beider hätte sich dann beim Ausbruche zu einem grossen röhrenförmigen Gange erweitert. Indem nun nicht nur letzterer, sondern auch die drei längeren Halbachsen der

[1] Geognosie. Bd. III. S. 507.

[2] S. später „Die Vergleichung . . . ."

beiden Spalten sich mit Tuff erfüllten, musste eine Tuffmasse von etwa dreieckigem Querschnitte entstehen. Vorausgesetzt ist hierbei freilich, dass auch diese drei Schenkel durch den Ausbruch erweitert wurden (Fig. 28).

Deffner stellt sich die Entstehung dieser Form in der Weise vor, dass durch die Explosion überhaupt erst ein Hochheben der Erdrinde und dadurch ein Zerspringen derselben in Gestalt eines dreieckigen Sternes erfolgte[1]. Anders sind wohl seine Worte nicht zu verstehen. Nun will aber die heutige Geologie ein derartiges Hochgehobenwerden der Erdrinde, wie man das früher annahm, nicht mehr gelten lassen; aus dem Grunde, weil wir die Erdschichten in der Umgebung von Vulkanen nie in solcher Weise aus ihrer Lage gebracht finden. Von den Lakkolithen Nordamerikas wird freilich in neuerer Zeit behauptet, dass sie die Erdschichten, wenn auch nicht zersprengt, so doch hochgehoben und gebogen hätten, auf solche Weise sich einen unterirdischen Hohlraum bildend, in welchen der Schmelzfluss eintreten konnte. Es lässt sich indessen die Biegung der Schichten, also die Bildung des Hohlraumes, auch auf gebirgsbildende Kräfte zurückführen, so dass der Schmelzfluss nur in einen bereits vorher vorhandenen, durch andere Kräfte erzeugten Hohlraum eingetreten wäre, wie dies Suess geltend macht[2].

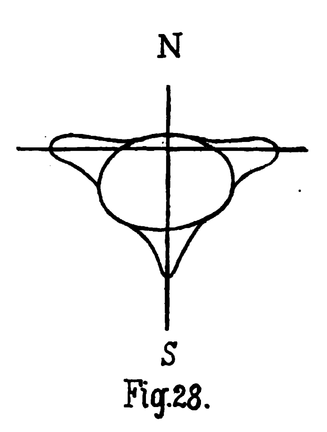


Fig. 28.

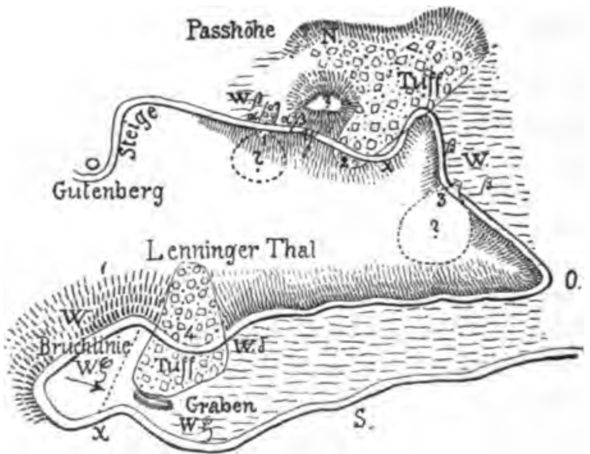
Wir werden daher die angenommene Spaltenbildung bei dem Jusi-Berge auch nicht auf eine Emportreibung der Erdrinde durch die vulkanischen Massen, sondern auf die Gebirgsbildung zurückführen müssen. Hierbei ergiebt sich allerdings eine Schwierigkeit: Man würde in solchem Falle immerhin erwarten, dass diese beiden sich rechtwinkelig durchkreuzenden Spalten noch weiter, über das kleine Gebiet des Jusi hinaus sich fortsetzen müssten; denn andernfalls wäre der Verlauf dieser Spalten nur ein äusserst kurzer. Davon ist jedoch nichts zu sehen; eine Verwerfung macht sich nicht bemerkbar; und darum erscheint mir der hier gegebene Erklärungsversuch der

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kircheim S. 21.
[2] Antlitz der Erde I. S. 218.

dreieckigen Gestalt des Jusi doch noch sehr fraglich. Ich komme unten noch auf den Jusi zurück.

Unregelmässiger Querschnitt. Ganz vereinzelt findet sich aber noch eine vierte Art von Tuffgängen in unserem Gebiete: Solche, deren Hohlraum einen unregelmässigen Querschnitt besitzt. Dahin gehört z. B. der zweite Gang, bezw. Maar, an der Gutenberger Steige No. 43, Fig. 16. Vielleicht kann man hier annehmen, dass dicht nebeneinander zwei Kanäle elliptischen Querschnittes ausgeblasen wurden. Die Längsachse des einen von NO. nach SW. gerichtet, diejenige des anderen von W. nach O. Beide wären in-



Gutenberger Steige 1, 2, 3, 4ter Gang
Fig. 16.

einander verflossen, so dass die trennende dünne Zwischenwand mit ausgeblasen wurde, oder doch in die Tiefe stürzte. Da nicht selten in unserem Gebiete nahe beieinander zwei, selbst drei selbständige Ausbruchsröhren auftreten, so hat die Annahme, hier seien dieselben ganz dicht nebeneinander gelegen, durchaus nichts Unnatürliches.

Man wird jedoch auch daran denken können, dass derartige seltene Fälle von Gängen unregelmässigen Querschnittes auf durch Wasser entstandene Höhlenbildungen zurückzuführen wären. Die Alb ist, wie zahlreiche Kalkgebirge, mit Höhlen in ähnlicher Weise durchspickt, wie manche Eruptivgesteine mit Luftblasen. Wenn das Gebiet der Alb bereits mit Schluss der jurassischen Epoche zum Festlande wurde, so müssen natürlich die Wasser schon während der ganzen cretaceischen und tertiären Zeit an Herstellung von

Höhlen im Innern des Weiss-Jura gearbeitet haben. Wir dürfen daher als sicher annehmen, dass es in der mittelmiocänen Zeit unserer vulkanischen Ausbrüche bereits Höhlen in der Alb gegeben habe. Warum sollte nun nicht ein Ausbruchskanal auch einmal durch eine solche Höhle hindurchgesetzt sein?

Es könnte scheinen, als wenn 1824 Schübler diesen Gedanken ausgeführt und versucht hätte, ganz allgemein alle Höhlen der Alb mit diesen tufferfüllten Spalten in Beziehung zu bringen[1]. Das ist jedoch durchaus nicht der Fall. Er sagt, dass ein Teil der Höhlen durch Wasser entstanden ist, ein anderer Teil durch „Erderschütterungen und vulkanische Emporhebungen aus der Tiefe". Schübler meint also nicht etwa, dass die durch Wasser gebildeten Höhlen sich später mit Basalttuff erfüllt hätten. Er trennt vielmehr ganz richtig diese echten Höhlen von den durch vulkanische Ereignisse gebildeten Spalten und Ausbruchskanälen. Der oben genannte Anschein entspringt mithin nur daraus, dass er beiderlei Hohlräume, eben weil sie Hohlräume sind, in einer und derselben Abhandlung besprechen und miteinander in Verbindung bringen zu müssen glaubt, während sie doch thatsächlich nichts miteinander zu thun haben[2].

Wenn nun ein Ausbruchskanal zufällig eine durch Wasser ausgefressene Höhle durchsetzt, so muss der Querschnitt des Ganges natürlich in diesem einen Niveau, in welchem sich die Höhle befindet, dem Querschnitt der letzteren entsprechend, ein unregelmässiger sein. Ober- wie unterhalb dieses Niveaus der Höhle dagegen wird der Querschnitt wieder derjenige der Ausbruchsröhre werden, rund oder oval. Es leuchtet mithin ein, dass bei allen im Vorlande der Alb, d. h. auf Lias- und Braun-Juragebiet, gelegenen Gängen sich eine etwa erfolgte Hineinziehung von Höhlen in den Bereich der vulkanischen Röhren und die Erfüllung dieser Höhlen mit Tuff gar nicht mehr durch die Form des Querschnittes verraten kann; denn hier sind ja mit der Alb auch die etwa in dieser vorhanden gewesenen Höhlen abgetragen worden. Nur bei den am Steilabfalle der Alb aufgeschlossenen Gängen würde man gegenwärtig das überhaupt

[1] Über die Höhlen der Württembergischen Alb, in Verbindung mit Beobachtungen über die Basaltformationen dieser Gebirgskette. Württembergische Jahrbücher von Memminger. 1824. Stuttgart. S. 328, 363, 364.

[2] Dass er jene Empfindung der Beziehungen beider zu einander wirklich hatte, geht aus der Anmerkung auf S. 364 deutlich hervor. Eine Wiederholung dieser Arbeit findet sich in Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie. Bd. II. 1825. S. 307—334 u. 460—488.

sehen können. Hier aber könnte wesentlich nur der S. 606 erwähnte zweite Gang an der Gutenberger Steige No. 43 in Frage kommen. Rührte nun bei diesem der unregelmässige Querschnitt daher, dass hier eine durch Wasser entstandene Höhle bei dem Ausbruche mit vulkanischem Tuff erfüllt worden wäre, so würde sich das doch wohl dadurch verraten müssen, dass der Höhleninhalt dem Tuffe beigemengt wäre. In der tertiären Zeit, in welcher der Vulkanismus in unserem Gebiete thätig war, können zwar natürlich noch nicht die gewöhnlichen Tierreste der Höhlen in diesen gewesen sein, denn diese sind diluvialen Alters, sondern höchstens tertiäre[1].

Von tertiären Säugetierresten ist aber in unseren Tuffen nichts gefunden worden. Freilich ist es gar nicht notwendig, dass solche überhaupt in den Höhlen vorgekommen wären. Aber eingeschwemmter Lehm und Stalaktitenbildungen werden sich doch gewiss zu tertiärer Zeit bereits ebenso in den Höhlen gefunden haben, wie in diluvialer und alluvialer Zeit. Mindestens also Stücke von Stalaktiten würde man im Tuffe erwarten können, falls Höhlen von den Ausbruchskanälen durchsetzt worden wären. Auch davon hat man bisher keine Spur gefunden. Es ist daher nur möglich, aber durch nichts bewiesen, dass einzelne Höhlen der Alb mit Tuff erfüllt wurden, indem ein Ausbruchskanal durch dieselben hindurchsetzte.

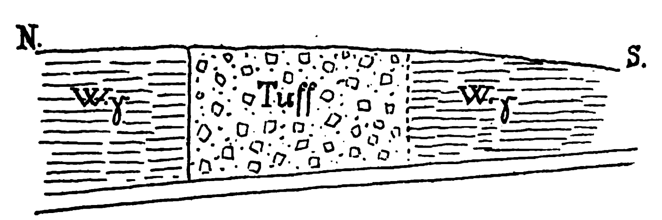
Dass im besonderen der dreieckige Grundriss des Jusi durch eine solche Höhle erzeugt sein sollte, ist ganz unglaublich, denn die dreieckige Basis des Berges liegt im Niveau des Obersten Braun- und Untersten Weiss-Jura. Im ersteren aber giebt es keine Höhlen, im letzteren dürften sie ebenso unmöglich sein, da die weichen Thone und Mergel sich kaum hierzu eignen.

Möglichkeit einer Täuschung über die Form des Querschnittes von Gängen bei senkrechtem Anschnitte letzterer. Bei den oben auf der Alb oder unten im Vorlande derselben auftretenden röhrenförmigen Gängen, lässt sich der rundliche Querschnitt fast immer ohne weiteres erkennen, da es sich hier um wagerechte oder schräge Schnitte durch diese Röhren handelt. Bei gewissen, allerdings seltenen, am Steilabfalle der Alb gelegenen Gängen dagegen ist man leicht der Möglichkeit einer Täuschung ausgesetzt. Als Beispiele führe ich den Gang No. 51 an, welcher

[1] Da im Tuffgange des Florian No. 101 und der Limburg No. 77, wie S. 576 auseinandergesetzt, gar keine diluvialen Tierreste gefunden worden sind, sondern ganz recente, so darf man nicht etwa schliessen wollen, dass dort der Ausbruchskanal durch eine solche Höhle hindurchgesetzt sei.

an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler liegt, und die beiden ganz gleichartigen Gänge No. 52 und 53 an der Steige von Neuffen nach Hülben. Diese senkrecht stehenden Gänge erleiden durch den Steilabfall einen senkrechten Anschnitt. Man sieht also an der vertikalen Wand vor sich rechts und links die horizontalen Juraschichten jäh abbrechen und die Spalte zwischen ihnen ausgefüllt durch Tuff, wie das Fig. 24 zeigt.

Unwillkürlich von der Vorstellung beherrscht, dass Gänge die Ausfüllungen von langgestreckten Spalten, nicht aber von runden Röhren sind, glaubt man hier nun zunächst einen solchen aus der Felswand heraustretenden spaltenförmigen Gang vor sich zu haben, der auf uns zu streicht und senkrecht zum Streichen angeschnitten



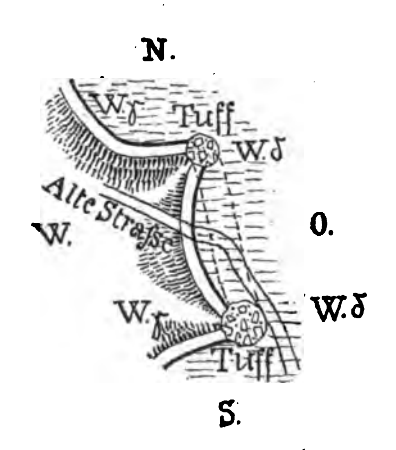
Steige v. Neuffen nach Hülben. Oberer Gang
Fig. 24.

ist. Je nach unserer Stellung gegenüber dem Gange, bezw. je nach der Himmelsrichtung der den Gang anschneidenden Wand, glaubt man daher die Streichrichtung eines und desselben Ganges bald z. B. als eine westliche, bald als eine südliche, bald als eine südwestliche erkennen zu müssen. Stets scheint er auf uns zuzulaufen, bis man sich endlich davon überzeugt, dass der Gang überhaupt keine Streichrichtung besitzt, da er röhrenförmig ist, wie Fig. 26 (S. 610) an diesen beiden Gängen zeigt.

Auch in Bezug auf ihre Mächtigkeit täuschen Gänge dieser Art. Nur wenn die anschneidende Wand gerade durch die Achse der Röhre geht, ergiebt sich für uns der wirkliche Durchmesser derselben. Je mehr sich aber der Schnitt dem tangentialen nähert, desto geringer wird die Schnittfläche des Ganges, desto weniger mächtig erscheint er uns daher. So ist z. B. der Anschnitt des Ganges No. 51 an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler nur 9 Schritt breit, diejenige der Gänge No. 52 und 53 an der Steige von Neuffen nach Hülben dagegen 130—200 Schritt. Trotzdem hat jener vielleicht ganz denselben Durchmesser wie diese.

Wenn nun solche Gänge oberhalb des senkrechten Aufschlusses noch durch einen ungefähr wagerechten oder auch schrägen Anschnitt von der Bergfläche getroffen würden, könnte man ihren Durchmesser wie Umriss leicht erkennen. Indessen pflegt der Kopf dieser Gänge so durch Schuttmassen bedeckt zu sein, dass das unmöglich wird. Die Analogie mit anderen Gängen spricht aber auch hier ganz entschieden für eine röhren-, nicht spaltenförmige Gestalt.

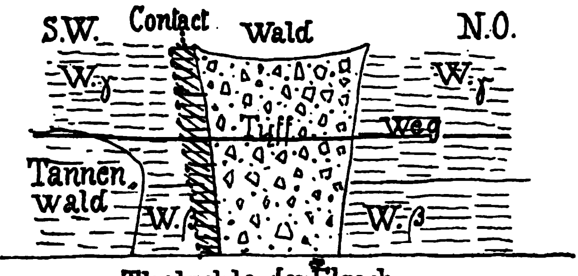
Wie sehr ferner die schräg durch einen Gang gelegten Schnitte uns über die Gestalt desselben täuschen können, zeigt folgendes Beispiel, welches dem Gange im Elsachthale No. 58 entnommen ist. Derselbe erscheint am Gehänge der Alb im Weiss-Jura β und γ. An diesem setzt er senkrecht von oben nach unten hinab; er ist also von der Oberfläche des Gehänges schräg durchschnitten. Misst man nun oben, am Waldrande die Breite des Ganges, so findet man etwa 90 Schritt. Misst man sie unten in der Thalsohle, so ergeben sich nur 60 Schritt. Mithin, so möchte man im ersten Augenblick schliessen, verjüngt sich der Gang in ganz auffälliger Weise nach der Tiefe zu; siehe Fig. 34 und 35, welche letztere rechts den schrägen Anschnitt des Gehänges im Profil zeigt.



2 Tuffgänge an der Steige v. Neuffen nach Hülben
Fig. 26.

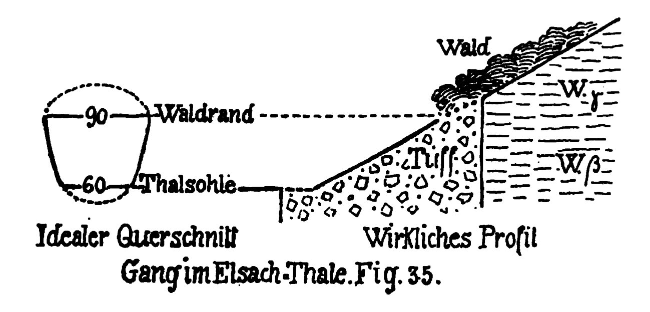
Wäre das Gehänge, also auch der Schnitt durch den Gang senkrecht, so würde natürlich jene Schlussfolgerung ohne weiteres richtig sein. Das Gehänge ist aber schräg, wenn auch steil, so doch noch mit Acker bedeckt, also kaum über 25—30°. Der Schnitt desselben geht also von oben hinten, nach unten vorn durch den Gang. D. h. nicht oben ist letzterer 90 Schritt breit, sondern hinten drinnen im Gebirge; und nicht unten ist er 60 Schritt breit, sondern vorn. Der Gang wird also einen kreisförmigen oder ovalen oder gerundet viereckigen Querschnitt besitzen. Der grösste Durchmesser oben am Walde beträgt 90 Schritt. Der Teil, welcher dahinter liegt, steckt noch im Gebirge und ist oben durch herabgestürzten

Schutt und durch Wald verdeckt. Der Teil, welcher vor der Breite von 60 Schritt, d. h. im jetzigen Hohlraume des Elsachthales liegt, ist bereits abgetragen. So gewährt uns der durch das Gehänge erzeugte Anschnitt des Ganges nur einen direkten Aufschluss über



Thalsohle der Elsach
Gang am Elsach-Thale bei Urach
v. vorn gesehen
Fig. 34.

ungefähr die vordere Hälfte desselben. Die in Fig. 35 dick ausgezogenen Linien sollen das kennzeichnen, was wir vom Gange sehen, die punktiert gezeichneten das, was wir nicht sehen; endlich der



Idealer Querschnitt Wirkliches Profil
Gang im Elsach-Thale. Fig. 35.

Querschnitt links ein Bild dessen geben, wie ich mir die Sache denke.

Nahe benachbarte und Zwillingsmaare bezw. Tuffmaargänge. Sehr bemerkenswert ist die Erscheinung, dass in unserem Gebiete nicht selten zwei Tuffgänge ganz nahe beieinander liegen. Mit anderen Worten, *dass also zwei Ausbruchsröhren rundlichen Querschnittes ganz dicht nebeneinander senkrecht durch die Erdrinde hindurch ausgeblasen*

werden konnten, ohne dass die schmale, sie trennende Scheidewand des durchbrochenen Gesteines gleichzeitig mit zerstört wurde. Das ist z. B. der Fall bei den folgenden Maaren, bezw. Gängen:

Grafenberg No. 108 und der Gang im NW. desselben No. 109.

Die beiden Tuffmaare von Erkenbrechtsweiler No. 30 und 31.

Die beiden Tuffmaare von der Diepoldsburg No. 40 und dem Engelhof No. 41.

Die beiden Maartuffgänge des Nabel No. 81 und im Walde No. 82.

Die beiden Maartuffgänge des Hohenbohl No. 86 und Götzenbrühl No. 87.

In noch höherem Masse sind aneinandergerückt die beiden Maartuffgänge des Engelberg No. 94 und Altenberg No. 93, sowie die beiden des Aichelberges No. 74 und 75.

Bis zum erdenklichen Übermass gesteigert findet sich das aber bei dem Basaltmaare des Eisenrüttel No. 36. Dieser ist zwar nicht gänzlich in zwei Maare gespalten, aber es dringt doch eine schmale, aus Weiss-Jura bestehende Scheidewand so tief in die, im übrigen einheitliche Basaltmasse ein, dass diese fast quer durch in zwei Hälften geteilt wird.

Es ist schwer zu erklären, dass diese z. T. so schmalen Scheidewände bei dem gewaltsamen Vorgange des Ausblasens des Kanales erhalten blieben. Man könnte darin vielleicht einen Beweis dafür sehen wollen, dass diese Kanäle durch einen sanfteren Vorgang, also vielleicht, wie Vogelsang und Bischof wollen, durch Senkung entstanden seien. Allein eine solche, also ein Einsturz, ist wohl nicht nur ein ebenso gewaltsamer Vorgang wie das Ausblasen; sondern durch Senkung bezw. Einsturz lässt sich das Stehenbleiben einer so dünnen Scheidewand überhaupt nicht erklären, da letztere doch mit einstürzen würde.

Auf solche Weise sind die genannten Fälle von dicht benachbarten Maarpaaren ein Beweis für die Entstehung derselben durch Explosion. Übrigens ist nicht nur unser Gebiet durch solche Erscheinung ausgezeichnet. Auch in dem Maargebiete der Eifel findet sie sich; und auf dem Monde ist sie in einer ganz ungemein viel stärkeren Weise entwickelt (s. den Schluss dieser Arbeit, welcher sich mit den Mondkrateren beschäftigt).

Die Entstehungsweise der Ausbruchskanäle bezw. Maare im Gebiete von Urach.

Verschiedene Anschauungen über die Entstehung vulkanischer Ausbrüche. Diejenigen in der Gruppe von Urach lagen in der Nähe des Meeres. Das Fehlen von Schuttwällen um unsere Maare spricht nicht gegen eine Entstehung derselben durch Gasexplosionen. Es müssen ganz besonders grosse Gasmassen in der Tiefe gewesen sein; sie haben auffallenderweise statt nur eines oder einiger Ausbruchskanäle so sehr viele erzeugt; sie haben endlich nur ganz kurze Zeit gewirkt, offenbar weil ihr Vorrat erschöpft war. Frage nach der Natur dieser Gasmassen und nach der Tiefe ihres Sitzes. ROZET's Ansicht kann keine Geltung für unser Gebiet haben.

Wenn wir die Verteilung der Vulkane auf Erden betrachten, so finden wir, dass dieselben entweder als Inseln sich aus dem Meere erheben oder doch ganz überwiegend an die Küsten der Festländer, also an die Nähe des Meeres, gebannt sind. Man hat daher vielfach dem Wasser des Meeres selbst eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der Vulkane zugeschrieben, indem es die zum Emporsteigen des Schmelzflusses nötigen Gase liefern sollte. Allein schon ein Teil der den Küstenlinien folgenden Vulkanreihen befindet sich durchaus nicht gerade nahe an dem Wasserbecken. Zudem treten, freilich ganz vereinzelte, thätige Vulkane auch im Innern von Festländern auf. Endlich sehen wir, dass erloschene Vulkane keineswegs immer nahe dem Ufer jetziger oder einstiger Meere gelegen sind.

Man hat daher von anderer Seite das Meereswasser bei der oben genannten Erscheinung als eine mehr nebensächliche Begleiterscheinung erkannt und die eigentliche Ursache auf den Verlauf von Bruchlinien zurückgeführt, welche die Küstenlinien begleiten und den Boden der Meeresbecken, der abgesunkenen Schollen der Erdrinde, durchkreuzen.

Aber mit dem Vorhandensein von Spalten ist noch nicht die Ursache erklärt, welche die Schmelzmassen in diesen Spalten in die Höhe steigen macht. Einige wollen diese Ursache finden in dem Drucke, welcher von langsam in die Tiefe sinkenden Erdschollen auf den dort befindlichen Schmelzfluss ausgeübt wird, der dadurch in die Höhe gepresst würde. Eine andere Ansicht sieht die hebende Kraft in den Gasen, welche der Gesteinsbrei von Uranfang her absorbiert hat. Wieder andere suchen sie hauptsächlich in dem Wasserdampfe, welcher auf Spalten aus dem Meere zu dem Schmelzflusse dringt. Noch andere meinen, dass allein die Ausdehnung, die Volum-

vermehrung, beim Übergange aus dem Festen[1] in den flüssigen Zustand die Massen hochtreibe.

Wie verhält sich unser vulkanisches Gebiet von Urach dieser Frage gegenüber?

Seit der obersten Jurazeit bis auf das Heute war Schwaben ein Festland; nur vorübergehend verwandelte sich das südlich der Alb abgesunkene, zwischen diesem und den Alpen gelegene Gebiet in ein Meer. Das fand statt zu mittelmiocäner Zeit[2]. Während der obermiocänen aber war auch dieser letzte Versuch des Meeres, Schwaben abermals zu überfluten, beendet. Überall herrschte nun Festland. In dieser mittelmiocänen Zeit erfolgten jene zahlreichen Aus-

---

[1] Trotz der Schmelztemperatur sind die Massen doch, infolge des hohen auf ihnen lastenden Druckes, vermutlich in einer gewissen Tiefe fest; und nur da, wo eine Spalte aufreist, wo also dieser Druck aufgehoben wird, erfolgt die Umwandlung in den flüssigen Aggregatszustand. Die obige Annahme, dass sich hierbei das Volumen vergrössere, ist indessen keineswegs unbestritten. Es könnte sich möglicherweise auch verkleinern. Eine sehr bemerkenswerte Untersuchung haben in dieser Hinsicht Nies und Winkelmann gemacht. (Über Volumveränderungen einiger Metalle beim Schmelzen. Annalen der Phys. u. Chemie. (2) Bd. XIII. S. 43—83. Ein kurzer Auszug findet sich in diesen Jahresh. 1888. Jahrg. 44. S. 40—43.) Schon Palmieri hatte beobachtet, dass feste Lavastücke auf dem flüssigen Lavastrome schwimmen. Ebenso kennt man das Schwimmen fester Schollen auf dem Halema'uma'u, dem Feuersee im Krater Kilauea. In gleicher Weise hat Siemens erstarrtes Glas auf flüssigem schwimmend beobachtet. Es müssen also wohl diese Silikate sich im Augenblicke des Erstarrens ausdehnen; oder umgekehrt gesagt, sie müssen wohl beim Übergange aus dem festen in den flüssigen Zustand sich zusammenziehen. Ist das der Fall, dann kann natürlich nimmermehr das Aufsteigen der Lava zurückgeführt werden auf Volumvermehrung beim Übergang in den flüssigen Zustand.

Ferner hat H. O. Lang es sehr wahrscheinlich gemacht, dass säulenförmige Absonderung und Parallelfaserung (diese Jahresh. Bd. XXXI. S. 336) nicht, wie man stets meinte, durch Abkühlung, sondern durch Druck entstehen. Dadurch wird der indirekte Beweis erbracht, dass Silikate sich beim Erstarren wirklich nicht zusammenziehen, sondern wie Nies und Winkelmann folgern möchten, ausdehnen; denn der dabei entstandene Druck war es eben, welcher in der säulenförmig erstarrten Lava diese Absonderungserscheinung erzeugte. Nies hat das auch am Eis experimentell nachgemacht, indem beim Gefrieren von Wasser in einem Cylinder — wobei ja ebenfalls Ausdehnung erfolgt — senkrecht zur Mantelfläche des Cylinders Eissäulen entstanden.

Endlich aber haben Nies und Winkelmann beide auch an Metallen wie Eisen und Wismut durch den Versuch dargethan, dass hier feste Stücke auf flüssiger Masse schwimmen, weil erstere eben weniger dicht sind.

[2] Ich nehme hierbei an: Untere Süsswassermolasse = Aquitanische und Mainzer Stufe = Ober-Oligocän und Unter-Miocän. Meeresmolasse = Helvetische Stufe = Mittel-Oligocän. Obere Süsswassermolasse = Tortonien = Ober-Miocän.

brüche bei Urach ganz nahe der Meeresküste; die südlichsten Punkte etwa kaum 16 km von derselben entfernt, der nördlichste, Scharnhausen No. 124, immerhin auch nur 60 km. So folgt also unser vulkanisches Gebiet von Urach dem Verhalten der überwiegend meisten thätigen Vulkane: Es war an die Nähe eines Meeres gefesselt. Welche Rolle nun das Wasser dieses letzteren hierbei spielte, muss ich jetzt unentschieden lassen. Thatsache ist, dass sehr viel Gase in dem Schmelzflusse vorhanden gewesen sein müssen; sonst wäre unsere nur 20 Quadratmeilen grosse Gebirgsplatte nicht von etwa 127 senkrechten Kanälen rundlichen Querschnittes durchschossen worden.

Ich sage, unsere 127 Röhren sind infolge von Gasexplosionen durch die Erdrinde hindurchgeschossen worden. Die obere Endigung dieser Röhren, die Maarkessel, sind also richtige Explosionskratere. Wie stimmt das überein mit dem Folgenden?

Vogelsang stellt einem durch Explosion entstandenen Maare gegenüber eine Forderung, welche wir theoretisch als durchaus gerechtfertigt anerkennen müssen und welche von unseren Maaren der Gruppe von Urach nicht erfüllt wird: Wenn ein Maar durch Explosion entstand, dann wird die herausgeschleuderte Masse des durchbrochenen Gesteines nicht verschwunden sein können; sie muss sich vielmehr bis zum vollen Betrage im zerschmetterten Zustande in dem Loche oder um dasselbe wiederfinden lassen; vergl. den Abschnitt „über Maare im allgemeinen“.

Diese Forderung, so einleuchtend sie ist, hat indessen gewiss nur eine Berechtigung gegenüber einem ganz frischen, soeben erst entstandenen Maare. Nicht aber gegenüber allen denen, welche bereits seit längerer Zeit bestehen; denn hier wird die Denudation die losen herausgeschleuderten Gesteinsmassen bereits mehr oder weniger gänzlich entfernt haben können. In allen solchen Fällen wird ihr Fehlen in der Umgebung des Loches uns daher nicht nur nicht wundernehmen, sondern wir müssen dasselbe hier geradezu als eine Forderung aufstellen. Zweitens aber geben uns die Versuche Daubrée's (s. „über Maare im allgemeinen“) noch eine weitere Entschuldigung für das Fehlen derselben in die Hand: Man ist unwillkürlich geneigt, sich die herausgeblasene Masse des durchbohrten Nebengesteines nur in Gestalt mehr oder weniger grober Gesteinsbruchstücke vorzustellen. Der französische Forscher hat aber bei seinen Versuchen diese Massen aufgefangen und gezeigt, dass ein Teil derselben aus ganz feinem, staubartig zerriebenem Gesteine bestand. Niemand aber wird er-

warten können, diesen zu Staub zertrümmerten Teil des durchbrochenen Gesteines wieder zu finden; denn derselbe ist jedenfalls teils gleich fortgeweht, teils sehr bald fortgespült worden.

Wenn daher bei unseren tufferfüllten Ausbruchskanälen der Gruppe von Urach ein dieselben umgebender Schuttwall, wie wir ihn bei manchen jugendlichen Maaren finden, gänzlich fehlt, so werden wir diesen Umstand durchaus nicht als einen Beweis gegen die Entstehung dieser Kanäle durch Gasexplosionen und als einen solchen für ihre Entstehung durch Senkung oder Einsturz geltend machen dürfen. Unsere Maare der Gruppe von Urach sind eben bereits mittelmiocänen Alters, d. h. sie sind vielleicht die ältesten Maare, welche man bisher als solche erkannt hat. Dasselbe aber gilt auch bezüglich der diamantführenden Diatremata Südafrikas. Wenn hier geltend gemacht wird, dass sich von dem herausgeschleuderten Gesteinspfropfen nur wenig in der Umgebung des Loches finden lasse, so mag das auf ganz dieselbe Ursache wie in der Gruppe von Urach zurückgeführt werden. Wir haben ja auch Maare in der Eifel, also jüngere Maare, welchen solch ein Schuttwall fehlt.

Das Fehlen eines solchen herausgeschleuderten Pfropfens in der Umgebung unserer Maare bei Urach wird mithin kein Beweis gegen ihre Entstehung und diejenige ihrer in die Tiefe setzenden Kanäle durch Gasexplosionen sein können. Es ist ja auch durch die schönen Untersuchungen Daubrée's (s. „über Maare im allgemeinen") der Beweis geliefert worden, dass Gase in der That die Fähigkeit besitzen, durch feste Gesteine Durchschlagsröhren zu bilden. Freilich bedurfte es bei diesen Versuchen feiner Spalten im Gesteinsstück, also Stellen geringsten Widerstandes, an welchen die explodierenden Gase ansetzen konnten. Wir werden auf diesen Punkt später noch zurückzukommen haben.

Für eine Entstehung unserer Ausbruchskanäle durch Explosionen spricht aber auch die ungeheure Menge von Stücken der durchbrochenen Gesteinsarten, welche sich in den Kanälen finden. Wären letztere durch Senkung entstanden, so müsste die Masse in die Tiefe gestürzt und dort vom Schmelzflusse eingeschmolzen oder wenigstens sehr stark durch seine Hitze verändert worden sein, was doch nicht der Fall ist (S. 539). Es mögen einzelne Blöcke von den Wänden des Kanales aus in diesen hineingestürzt und so in den Tuff gelangt sein. Die ganz überwiegend grosse Masse der Gesteinsstücke aber ist sicher durch explodierende Gase zerschmettert, hochgeworfen, dann wieder in den Kanal zurückgefallen und nun erst, ver-

hältnismässig wenig, durch die Hitze der mitausgeworfenen und zurückgefallenen Asche, sowie durch aufsteigende Wärme verändert worden.

Ist auf solche Weise die Entstehung unserer Maarkanäle der Gruppe von Urach durch Gasexplosionen wohl nicht zu bezweifeln, so sind wir gezwungen, die ungeheure Gewalt anzuerkennen, welche diese Gasmassen besessen haben müssen, indem sie die Erdrinde an gegen 127 Stellen durchbohrten. Bei so grossen Gasmassen und so grosser Gewalt derselben müsste man folgern, dass dieselben nun auch grossartige Vulkanberge erzeugt hätten. Das völlige Gegenteil davon aber ist der Fall.

Es ist überall nur zur Entwickelung embryonaler Vulkanbildungen gekommen. Kein einziger wirklicher Vulkan wurde aufgeschüttet. Nur an ganz vereinzelten Stellen (Dintenbühl, Sternberg, Eisenrüttel) stieg die Lava bis nahe an die Oberfläche, so dass die Röhre von festem Basalt erfüllt wurde. Also, möchte man aus dem Verhalten des Gebietes von Urach folgern: Die Gasmassen, im besonderen der Wasserdampf sind nicht im stande, die Hebung der Lavasäule zu bewirken, dies geschieht durch andere Kräfte. Freilich muss man auch zugleich zugeben, dass der Vorrat an Gasen sehr bald erschöpft gewesen sein wird. Da nun, wie wir aus dem Verhalten des Kilamakraters auf Hawai wissen, die Lavasäule mindestens Monate lang nötig hat, um aus der Tiefe bis zur Oberfläche aufzusteigen — so könnte man obigen Schluss angreifen und sagen: „Wenn nur die Gase genügend lange Zeit vorhanden gewesen wären, so würden sie die Lavasäule schon an allen Orten hochgehoben und zum Überlaufen gebracht haben.“

Fassen wir nun zusammen, so ergiebt sich das Folgende:

Nicht nur das ehemalige Vorhandensein so grosser Gasmassen in unserem Gebiete ist bemerkenswert. Auch der zweite Umstand verdient hervorgehoben zu werden, dass diese Gase auf so beschränktem Gebiete sich nicht etwa — was doch einfacher und leichter gewesen wäre — eine oder einige Ausbruchskanäle erzeugten, sondern die ungeheure Zahl von 127 Kanälen, welche zum Teil ganz dicht nebeneinander liegen, so dass unser Gebiet wie ein Sieb durchlöchert wurde. Aber noch ein drittes ist zu betonen: der Umstand, dass diese Gasmassen offenbar nur während einer kürzesten Zeit sich entwickelten, bezw. vorhanden waren.

Wo so zahlreiche Ausbruchskanäle sich bildeten, sollte man erwarten, dass eine nachhaltige, andauernde Thätigkeit des Vulkanismus sich geäussert haben müsste. Aber im Gegenteil, der letztere hat nur ein kurzes Eintagsleben fristen können. Ein gewaltiger, überraschend vielfacher Anfang und ein ebenso schnelles Ende, das kennzeichnet die Thätigkeit unseres Gebietes.

Das ist höchst auffallend. DEECKE[1] betont mit Recht, dass die Annahme einer so vorübergehenden einmaligen grossen Thätigkeit von Gasen wenig Wahrscheinliches für sich habe. Unser Gebiet von Urach liefert aber den Beweis, dass dem doch so sein kann.

Offenbar ist mit diesen Ausbrüchen aber auch der Vorrat von Gasen in der Tiefe erschöpft gewesen. Andernfalls hätten sie sicher — bei den zahlreichen, ihnen zu Gebote stehenden nur mit losem Tuff erfüllten Ausbruchskanälen — in ihrer Thätigkeit fortgefahren und Vulkanberge aufgeschüttet. Da letzteres nicht an einem einzigen Punkte geschah, so ist damit der Beweis geliefert, dass wirklich an dieser Stelle in der Tiefe keine Gase mehr vorhanden waren.

Welcher Art waren nun diese Gase? Zumal da ein Wasserbecken in der Nähe war, so wird man doch an Wasserdampf zunächst denken, da dieser bei vulkanischen Ausbrüchen eine Rolle spielt. Freilich ist die Grösse, welche man dieser seiner Rolle zuschreibt, je nach der Ansicht der Autoren eine sehr verschiedene. Manche halten sie für sehr geringfügig.

Bis zu fast gänzlicher Verneinung des Wasserdampfes ausgebildet finden wir solche Anschauung bei J. G. BORNEMANN. Derselbe bestreitet fast durchaus, dass Wasserdampf in der Tiefe vorhanden sei[2], dass also dem Wasserdampfe bei vulkanischen Ausbrüchen irgend eine treibende Kraft zukomme. Nur bei submarinen Vulkanen lässt er dieselben gelten. Als Beweis für seine Ansicht führt er die schönen Schlackenkegel an, welche sich in der Stolberger Bleihütte beim Erkalten von Schlackenmassen auf deren Oberfläche ohne jegliche Mitwirkung von Wasserdampf bildeten. Die Ursache der Eruptionsthätigkeit bei diesen kleinen vulkanähnlichen Bildungen findet er in der Fähigkeit glühender, bezüglich schmelzender Metalle und Silikate, Gase aus der Luft zu absorbieren. Den Hochofenschlacken

[1] Beiträge zur Geologie von Unteritalien. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1891. Bd. II. S. 322.

[2] Über Schlackenkegel und Laven. Jahrb. d. k. Preuss. geolog. Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr 1887. Berlin 1888. S. 230—283.

ist durch die Gebläseluft sowie durch die Verbrennungsgase Gelegenheit zur Aufnahme solcher Gasmassen gegeben. Anders ist das nach ihm bei den in den Tiefen der Erde ruhenden glühenden Gesteinen. Zwar muss die feurigflüssige Erdmasse von Anfang ihrer Entstehung an grosse Mengen von Gasen absorbiert haben; allein dieselben sind, nach seiner Ansicht, jetzt bereits längst zum grössten Teile wieder ausgeschieden worden, soweit sie nicht in dem flüssigen Magma chemische Verbindungen eingegangen sind. Es müssen also beim Ausbruche neue Quellen von Gasentwickelung sich öffnen; und diese sieht Bornemann in den chemischen Zersetzungen, welche sich in dem flüssigen Gesteinsbrei vollziehen oder aus der neuen Umgebung absorbiert werden, wenn derselbe im Kraterschacht emporsteigt. Hierbei findet infolge der gewaltigen Reibung und der chemischen Prozesse eine Steigerung der Wärme statt, durch welche nun wiederum das Magma flüssiger und damit absorptionsfähiger für Gase wird.

Eine wesentliche Unterstützung findet Bornemann für seine Auffassung in den Beobachtungen, welche Deville an einer Anzahl von Vulkanen angestellt hat. Derselbe wies nach, dass den betreffenden Laven ursprünglich kein Wasser innewohnte, sondern dass erst durch atmosphärische Niederschläge und Schichtwasser, welche von oben her in den Vulkan eindringen, Wasserdampf gebildet wird, welcher dann demselben entweicht.

Auf der anderen Seite stehen nun freilich die Erfahrungen, welche durch von Hochstetter an den Spratzkegeln bei der Gewinnung von Schwefel und durch Neumayr an gleichen Bildungen von Bleiglätte gemacht wurden, denn in beiden Fällen spielte sicher das vorhandene Wasser als Dampf eine Rolle[1]. Bornemann bestreitet denn auch nicht, dass in gewissen Fällen, wie beim Ausbruche des Krakatau und des Rotomahana-Sees, sowie bei allen submarinen Ausbrüchen der Wasserdampf ebenfalls eine hervorragende Wirkung ausgeübt hat. Für die Landvulkane aber hält er der Regel nach eine solche für ausgeschlossen.

Ich glaube nicht, dass man sich so weit gehenden Folgerungen wird anschliessen dürfen, denn es ist zweifellos, dass auch den Landvulkanen bei ihren Ausbrüchen gewaltige Massen von Wasserdampf entströmen. Ob nun diese wirklich, wie Deville meint, nur dem von oben her in den Ausbruchskanal eingedrungenen Wasser ent-

---

[1] Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal. 1871. S. 469—478 u. Erdgeschichte v. Neumayr, Teil I. S. 161.

stammen, das dürfte gar nicht festzustellen sein. Es ist jedenfalls auch sehr gut denkbar, dass solches Wasser — rühre es her direkt von atmosphärischen Niederschlägen oder von Süsswasserseen oder vom Meere — auf Spalten in sehr grosse Tiefe hinabsetzt und sich dort dem Schmelzflusse zugesellt. Da nun Spalten keineswegs in senkrechter Richtung die Erdrinde zu durchsetzen brauchen, sondern das auch in sehr schräger Richtung thun können, so leuchtet ein, dass die betreffende Wasserquelle sich gar nicht in so sehr grosser Nähe des Vulkans zu befinden braucht. Endlich aber braucht der Wasserdampf gar nicht eine Zuthat der Oberwelt zum Schmelzflusse zu sein. Ebensogut wie andere Gase, welche dem letzteren entweichen, von Uranfang her von demselben absorbiert sein werden, so kann das auch vom Wasserdampfe gelten, bezw. von seinen Bestandteilen, dem Wasserstoff und Sauerstoff.

Noch weniger befriedigend wie die vorhergehende Frage nach der Natur dieser Gase lässt sich die Frage beantworten, in welcher Tiefe der Herd der Gasmassen, durch welche unsere Maarkanäle erzeugt wurden, sich befunden haben mag. Ist die Auffassung richtig, dass unter jedem Vulkanberge ein Maar begraben liegt[1], so muss dieser Herd in derselben Tiefe liegen, welche den Schmelzmassen an der betreffenden Stelle zukommt. Ich sage „an der betreffenden Stelle“; denn die Annahme hat sehr viel für sich, dass unter den Orten der Erde, an welchen Vulkanausbrüche vor sich gehen, der Schmelzfluss in einem höheren Niveau stehe, als an denjenigen Orten, welche frei von Vulkanen sind. Mit anderen Worten, dass in den Vulkangebieten die Erdrinde weniger dick ist, als an den anderen. Ob diese geringere Dicke daher kommt, dass hier die Erdkruste von unten her abgeschmolzen wird, bezw. dass hier die Schmelztemperatur selbständig in ein höheres Niveau hinaufrückt[2], oder ob dieses Aufrücken des Schmelzflusses unselbständig erfolgt, indem er nur in mächtige Höhlungen hineingedrückt wird, das ist nicht klarzulegen. Aber die

---

[1] Mir scheint übrigens diese Auffassung nicht ohne weiteres richtig zu sein. Gewiss kann sich aus einem Maare ein Vulkan entwickeln und dann liegt unter dem Vulkane ein Maar begraben. Ein Vulkan kann sich aber auch über einer breiten klaffenden Spalte aufbauen, aus welcher von vornherein Schmelzmassen überfliessen; hier kann natürlich nicht von einem begrabenen Maare die Rede sein.

[2] Denn trotz Schmelztemperatur können die Massen in der Tiefe unter dem grossen Drucke ja fest sein, so dass man eigentlich nicht von Schmelzfluss sprechen darf, sondern mit Sicherheit nur von der Zone sprechen kann, in welcher Schmelz*temperatur* herrscht.

Annahme, dass unter den Vulkangebieten das Niveau des Schmelzflusses der Erdoberfläche näher steht, hat sehr viel für sich.

Ist es bereits eine grosse Leistung, dass Gase sich überhaupt Kanäle durch harte Gesteinsmassen bohren können — selbst wenn ihnen durch Haarspalten das erleichtert wird — so wird diese Leistung um so grösser, je dicker die zu durchbohrende Erdrinde ist. Daher ist eine solche Wirkung der Gase viel verständlicher, wenn wir an der betreffenden Stelle nur eine geringe Dicke der Erdrinde annehmen, als wenn wir die volle Dicke derselben voraussetzen, welche sie im allgemeinen besitzt.

Auch über diese letztere können wir nichts Sicheres sagen. Wir können nur die folgende Schätzung machen. Wenn beim Eindringen in die Erde die Temperatur auf rund je 100 Fuss Tiefe um 1° C. zunimmt, wie das bei manchen Bohrlöchern durchschnittlich ungefähr der Fall ist, so haben wir erst in der ungeheuren Tiefe von etwa $7^1/_2$ Meilen die Schmelztemperatur von 1800° C. Giebt man nun auch zu, dass durch den in der Tiefe herrschenden Druck der Schmelzpunkt erniedrigt wird[1], und dass infolge der Durchdringung der Gesteinsmasse mit überhitzten Wasserdämpfen eine weitere Erniedrigung des Schmelzpunktes eintritt, so bleibt doch immer noch die Dicke der Erdrinde so gewaltig, dass es schwer begreiflich ist, wie sich durch meilendicke Gesteinsmassen die Gase Bahn brechen können, selbst wenn ihnen durch Spalten der Ausbruch erleichtert würde.

Die Ausbruchsthätigkeit der vulkanischen Gase, welche sich in der Gruppe von Urach nicht weniger als 127 einzelne Kanäle durch die Erdrinde bohrten, wird daher um so verständlicher werden, je weniger dick wir letztere an dieser Stelle annehmen. Auf S. 15 sind die Gesteinsarten genannt, welche in unserem Gebiete zu Tage gefördert wurden. Ausser der Jura-Formation und dem Keuper findet sich Muschelkalk nur an zwei nördlich gelegenen Stellen, er wird daher in der Tiefe fast überall fehlen. Buntsandstein und Rotliegendes sind dagegen nach Deffner's Beobachtungen vorhanden. Demnächst nur Gneiss und Granit. In welcher Tiefe letztere beide liegen, entzieht sich seiner genaueren Angabe, da man nicht sagen kann, ob der Keuper, Buntsandstein und das Rotliegende in der Tiefe mehr oder weniger mächtig entwickelt sind. Da der Muschel-

[1] Eine solche Annahme ist nur für den Fall statthaft, dann aber sicher richtig, dass die Gesteine sich beim Übergange aus dem festen in den flüssigen Zustand zusammenziehen. Manche Beobachtungen sprechen dafür. s. S. 614 Anm.

kalk sich offenbar nach S. hin in der Tiefe unter unserem Gebiete auskeilt, und da auch im benachbarten Ries unterhalb des Keupers alle Schichten bis auf den Gneiss und Granit fehlen, so spricht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass auch unter dem Gebiete von Urach die Trias und das Rotliegende nicht sehr mächtig sein werden. Je nachdem mögen daher der Granit und Gneiss in einer Tiefe von vielleicht 2000 m unter der Oberfläche der Alb liegen. Ist das bereits eine höchst unsichere Zahl, so lässt sich vollends über die Tiefe des Schmelzherdes bezw. der Gasmassen unter dem Granit und Gneiss gar nichts sagen.

Wenn dem nun aber auch so ist, soviel können wir auf Grund unserer Erfahrungen in dem vulkanischen Gebiete von Urach doch ganz sicher sagen, dass Rozet's Ansicht von der äusserst geringen Tiefe des Sitzes dieser Gasmassen für unser Gebiet keine Anwendung finden kann.

Rozet[1] stellt sich nämlich die Entstehung der Maare in der Auvergne in der folgenden Weise vor. In irgend einer Höhlung, so sagt er, haben sich Gase angesammelt, welche dann explodierend durchbrachen. Befand sich in der Höhlung noch etwas flüssiger Basalt, so wurde dieser in Form von Asche und Bomben mit ausgeworfen. Aus letzterem Satze und aus dem Umstande, dass diese Maare meist dort im Basalt ausgesprengt sind, geht hervor, dass Rozet sich die betreffenden Höhlungen auch im geflossenen Basalte, also in sehr geringer Tiefe unter der Erdoberfläche denkt.

Es ist gewiss nicht unmöglich, dass einzelne Explosionskratere auf diese Weise entstanden sind; wie denn ja auch aus jedem Lavastrom Gase sich Bahn brechen können.

Auch dass thatsächlich grosse Höhlen in Lavaströmen vorhanden sein können, ist bekannt. Lyell[2] erklärt ihre Entstehung an dem Beispiele einer grossartigen, ganz verzweigten Höhlenbildung am Ätna dadurch, dass ein Lavastrom über einen Fluss oder See geflossen sei, wodurch sich die betreffende Wassermasse plötzlich in Dampf verwandelt habe. Diese Dampfmassen hätten sich dann ihren Weg durch die flüssige Lava gebahnt und Hohlräume geschaffen.

Es leuchtet nun wohl ein, dass auf solche Weise auch Explosionskratere entstehen können, wie Rozet sie im Sinne hat; indem nämlich der Dampf sich durch die, bereits mit einer Kruste ver-

[1] Mémoire sur les volcans de l'Auvergne. Mém. soc. géol. France. Paris 1844. S. 120.

[2] Principles of Geology. II. S. 24. 11. Aufl. 1872.

sehene Lava Bahn bricht und auf deren Oberfläche einen Explosionskrater erzeugt. Jedenfalls sind derartige Explosionskratere aber weit verschieden von denjenigen, welche wir hier im Auge haben, den eigentlichen Maaren. Deren Sitz befindet sich in unserem Gebiete in ganz bedeutend viel grösserer Tiefe. S. später.

Unser Gebiet von Urach führt uns nun auf eine Frage von grosser allgemein geologischer Wichtigkeit. Ich werde zeigen, dass die Tuffe unseres Gebietes nicht in Spalten, also Brüchen der Erdrinde, sondern in röhrenförmigen Kanälen, d. h. in Durchbohrungen der Erdrinde, liegen. Sind diese letzteren nur die röhrenförmige Erweiterung von Spalten, wie das nach heute herrschender Anschauung kurzweg bejaht werden würde? Oder haben sie sich unabhängig von Spalten gebildet? Letzteres scheint der Fall zu sein. Wir müssen daher diese Verhältnisse in einem besonderen Abschnitte untersuchen.

Sind die 127 Durchbruchskanäle unseres Gebietes selbständige Durchbohrungen der Erdrinde oder nur erweiterte Spalten, also abhängig von Bruchlinien der Erdrinde?

Man meint, dass der Schmelzfluss nur auf Bruchlinien der Erdrinde aufsteigen kann; man giebt aber zu, dass er sich in den Maaren selbst einen Weg bahnt. Lösung dieses Widerspruches. Was sagen uns die Explosionskratere? Eifel; Mittel-Schottland; S.-Afrika; das Gebiet von Urach. Fast nirgends lassen sich Bruchlinien bei Maaren wirklich nachweisen. Weitere Gründe, welche für die Unabhängigkeit der Ausbruchskanäle der Maare von Spaltenbildungen sprechen. Die Tiefe, bis zu welcher hinab diese Unabhängigkeit zu bestehen scheint, beträgt mindestens 600 m. In grösserer Tiefe mag eine Spalte den Ausgangspunkt bilden; diese aber müsste, entsprechend der Breite des vulkanischen Gebietes, 37 und 45 bezw. 30 km, so breit sein, dass man nur von einer grossen Höhlung reden dürfte. Deffner's Ansicht von den nach unten sich verbreiternden Spalten in unserem Gebiete ist nicht haltbar. Löwl's Ansicht von der Unabhängigkeit der Vulkane von Spalten. Das Gebiet von Urach ein Einsturzkessel?

Die ältere Geologie nahm an, dass die vulkanischen Massen sich selbstthätig einen Ausweg aus der Tiefe bahnen könnten, indem sie die Erdrinde hochhöben und durchbrächen. Die heutige Anschauungsweise lehrt, dass das nicht der Fall sei. Sie verneint jede stärkere Selbstthätigkeit der Schmelzmassen; diese sollen nur da einen Ausweg gewinnen können, wo eine stärkere Kraft, die gebirgsbildende, durch Erzeugung von Spalten ihnen denselben gestattet.

Auf diesen Spalten steigen sie auf: Nach der Meinung der einen, emporgedrückt durch das Gewicht niedersinkender Erdschollen.

Nach der Meinung der anderen, gehoben durch die Ausdehnung, welche sie erleiden: einmal infolge der Ausdehnung der von ihnen absorbierten Gase, zweitens infolge ihres Flüssigwerdens in der Spalte; denn bevor sich die Spalte bildete, waren sie, trotz Schmelztemperatur, doch fest, infolge des starken Druckes, unter welchem sie sich befanden.

Wenn so auf der einen Seite dem Schmelzflusse die Fähigkeit abgesprochen wird, sich selbständig einen Weg aus der Tiefe herauf bahnen zu können, so steht es mit solcher Anschauung scheinbar im grellsten Widerspruche, wenn auf der anderen Seite zugegeben wird, dass Maare Explosionskratere seien; also Löcher, Auswege, welche sich die Schmelzmassen doch selbständig machen.

Die Lösung kann wohl nur die folgende sein: Man giebt zu, dass der Schmelzfluss, bezw. die in ihm absorbierten Gase, sich den allerletzten, obersten, verschwindend kleinsten Teil des Weges selbst bahnen können. Aber für den ganzen übrigen, erdrückend grössten Teil des Weges bleibt man bei der Anschauung stehen, dass der Schmelzfluss nur gehorsam dem Wege folgen kann, welchen ihm die Spaltenbildung vorschreibt.

Man wird also nur inkonsequent für den Betrag der Tiefe eines Maarkanales. Für welchen Betrag also? Tiefe bezw. Länge ist ein relativer Begriff. Wir haben Maartrichter oder -kessel, welche eine kaum nennenswerte Tiefe besitzen. Wir haben solche (s. später), welche an 400 m tief sind. Wo ist denn die Grenze? Auf welche Länge seines Weges gesteht man dem Schmelzflusse die Fähigkeit der Selbstbefreiung zu?

Gleichviel auf welche Länge man das thut, aus dieser Zweiseitigkeit der Anschauungen darf man auch weiter folgern, dass die Geologie zuzugeben geneigt ist, dass derartige Spalten nicht bis an die Erdoberfläche hin aufzureissen brauchen.

Aber ist es denn überhaupt richtig, dass sich Explosionskratere unabhängig von Spalten bilden können? Wir wollen sehen, ob und welche Antwort uns die Maare darauf zu erteilen vermögen.

Über die Frage, ob die Maare der Eifel auf einer solchen Spalte liegen und über die Schwierigkeit, derartige Spalten überhaupt so sicher nachzuweisen, dass sie nicht blosse Hypothese sind, äussert sich v. DECHEN in folgender Weise[1]:

[1] Geognostischer Führer zur Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 327, No. 23.

„Wenn auch auf die Unbestimmtheiten aufmerksam gemacht worden ist, welche in der Aufsuchung linearer Richtungen einzelner getrennter Vulkanpunkte liegen, so ist doch zu erwähnen, dass eine gerade Linie von dem Meerfelder Maare nach dem Laacher See gezogen, zwischen den Dauner Maaren und dem Pulvermaare hindurch geht und in jener NO.-Fortsetzung dem Ülmer Maare und der Weiher Wiese, dem Mosbrucher Maare und den beiden zusammenhängenden Maaren von Boos ziemlich nahe kommt. Auf diese Weise lässt sich auf die Strecke von $6^1/_4$ Meilen ein Zug verfolgen, welcher viele Maare umfasst und die Richtung von SW. gegen NO. einhält und die Vulkanreihe ungefähr rechtwinkelig durchschneidet. Die Maare von Dreis, Walsdorf, Duppach und Steffeln liegen ganz entfernt von diesem Zuge. Es ist hier anzuführen, was Alex. v. Humboldt im Kosmos IV. S. 279 sagt: „Gewisse bestimmte Richtungen der verschiedenartigen Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit sind auch in der Eifel nicht zu verkennen. Die Lavaströme erzeugenden Ausbrüche der Hohen-Eifel liegen auf einer Spalte, fast 7 Meilen lang von Bertrich bis zum Goldberg bei Ormont, von SO. nach NW. gerichtet; dagegen folgen die Maare, von dem Meerfelder an bis Mosbruch und zum Laacher See hin, einer Richtungslinie von SW. gegen NO. Die beiden angegebenen Hauptrichtungen schneiden sich in den drei Maaren von Daun."

Eine an der Erdoberfläche bemerkbare Bruchlinie derselben ist also in der Eifel nicht vorhanden. v. Dechen sagt nur, dass diese Maare in einer bestimmten Linie liegen; aber den Beweis, dass dieser Linie eine bestimmte Bedeutung zukommt, dass sie eine bis an die Erdoberfläche reichende Bruchlinie ist, kann er nicht führen.

Am meisten Ähnlichkeit mit demjenigen von Urach haben die Tuffgänge in dem grossen vulkanischen Gebiete von Mittel-Schottland. Ganz ausdrücklich führt aber Geikie[1] an, dass dort von Bruchlinien nichts zu bemerken sei.

Hinsichtlich der eigenartigen diamantführenden „Diatremata" in Südafrika nahm Daubrée zwar an, dass sie auf einer langen Bruchlinie auftreten. Aber Chaper weist nach[2], dass dem keineswegs so ist, dass sie vielmehr ganz unregelmässig zerstreut über einen 200 km langen und breiten Streifen Landes sich hinziehen.

In gleicher Weise hat es nun auch den Anschein, dass ebenfalls unsere Maare und Ausbruchskanäle in der Gruppe von Urach

[1] S. später „Die Vergleichung".

[2] S. später in dieser Arbeit: „Die Vergleichung . . ."

sich mehr oder weniger unabhängig von solchen Bruchlinien der Erdrinde gebildet haben werden. Über die Auvergne bin ich im Unklaren.

Wir haben hier ein Gebiet von 20 □Meilen durchbohrt von 127 Ausbruchskanälen! Es ist, als ob eine dicke Tafel wie ein Sieb durchlöchert wäre. Ist das nun wirklich, wie bei einem Siebe, ohne vorherige Zertrümmerung der ganzen Platte vor sich gegangen? Man sieht, bei einer so gewaltig grossen Zahl senkrechter Durchbohrungen, welche ganz beliebig zerstreut liegen, müssten wir nicht einige, sondern zahlreiche, nach verschiedensten Richtungen hin verlaufende Spalten haben, wenn es wirklich wahr wäre, dass kein vulkanischer Ausbruchskanal sich bilden kann, ohne das vorherige Dasein einer Spalte. Wir wollen, soweit das für jetzt bereits möglich ist, festzustellen versuchen, ob und wo sich Spalten und Verwerfungen in unserem vulkanischen Gebiete finden. — Genau wird das freilich erst dann möglich sein, wenn wir eine topographische Karte mit Höhenkurven haben werden.

Wer von Schopfloch auf der Alb nach Gutenberg im Lenninger Thale hinabsteigt, hat, bevor der Abstieg beginnt, eine deutliche Störung im Weiss-Jura vor sich. Zugleich befinden wir uns hier nahe dem vierten Gutenberger Gange No. 45, bezw. dem obersten dieser vier Maare. In Fig. 16 erläutert der Pfeil, in Fig. 19, vorne S. 259 und 263, das Profil diese Verhältnisse. Während der Regel nach in der Alb die Schichten angenähert wagerecht liegen, nur ganz wenig nach SO. geneigt, finden wir da, wo die nach Gutenberg hinabführende Steige die Hochfläche verlassen will, ein Einfallen des Oberen Weiss-Jura von 10—35° gegen O. bis SO.

Wir stehen hier hart am Steilabfalle der Alb. Der Leser könnte daher an eine Abrutschung denken. Allein die Schichten sind nicht im Sinne des Bergabhanges, gegen W. geneigt, sondern fallen umgekehrt, östlich in den Berg hinein. Einer Bruchlinie fallen sie zu, welche sich deutlich erkennen lässt. Aber diese Bruchlinie verläuft nicht etwa mitten durch den dortigen Maarkessel. Sie streicht nicht einmal hart an seinem Rande entlang, sondern wie die Fig. 16 und 19 zeigen, sie zieht in einer, allerdings nicht grossen Entfernung vom Maarkessel dahin. Deutlich kann man hart an der Strasse, bei x, sehen, wie die Neigung der Weiss-Jura-ζ-Schichten aufhört und plötzlich in das Wagerechte übergeht; und erst letzteres wird von dem Gange durchbohrt.

Die Erdrinde ist hier also nicht in der Bruchlinie, sondern, wenn auch in geringer Entfernung, so doch

nur neben derselben durchbohrt. Ich will nun damit keineswegs sagen, dass beide Erscheinungen in gar keinem Zusammenhange miteinander stehen könnten. Das ist vielleicht doch der Fall. Aber dann scheinen mir hier eher Ursache und Wirkung vertauscht werden zu müssen. Nicht, weil eine Spalte vorher hier war, bildete sich diese vulkanische Ausbruchsröhre. Sondern umgekehrt, weil letztere auf gewaltsame Weise durchbrach, erzeugte sich auch eine kleine Zerbrechung der Umgebung auf einer Seite der Röhre. Wäre nämlich nicht letzteres, sondern ersteres die richtige Lösung, so müsste der Ausbruchskanal auf der Spalte, nicht aber neben derselben, ohne sie zu berühren, liegen. Dass sie wirklich nur neben dem Kanale herläuft, sieht man auch weiter unten an derselben Steige, da wo der Hauptaufschluss dieses Maares, bezw. seines Tuffganges durch die Strasse erzeugt wird. Dort liegen die Weiss-Juraschichten im Kontakte mit dem Tuffgange noch ganz ungestört.

Bestände nun aber doch ganz allgemein im ersteren Sinne ein gesetzmässiger notwendiger Zusammenhang zwischen solchen vorherigen Spalten und den späteren Ausbruchskanälen in unserem Gebiete, dann müssten wir nicht ausser an diesem einen Punkte, auch an allen anderen der 127 Ausbruchsorte Brüche oder gar Verwerfungen und Schichtenneigungen finden. Das ist aber nicht der Fall. Unten, bei den ersten Gängen der Gutenberger Steige, zeigt sich eine geringe kaum nennenswerte Verschiebung. Bei den Maaren vom Engelhof und der Diepoldsburg No. 40 und 41 verläuft möglicherweise eine ähnliche Bruchlinie wie oben an der Gutenberger Steige. Aber auch hier geht sie nicht durch die Maarlinie, wie Deffner wohl annahm (s. vorne S. 245), über das Himmelreich, sondern in einiger Entfernung von derselben. Es ist übrigens möglich, wie dort erklärt, dass es sich hier gar nicht um einen Bruch, sondern um eine Erosionsfurche handelt. Ganz sicher ist bei den zwei Erkenbrechtsweiler Maaren No. 30 und 31 nicht die von Deffner angenommene Bruchlinie vorhanden, sondern nur eine Erosionsfurche, wie vorne S. 215 dargethan wurde.

Im Widerspruche mit meiner Ansicht könnte es weiter zu stehen scheinen, wenn Endriss[1] über das Randecker Maar sagt, dass dieses Gebiet von Klüften und Spalten durchsetzt sei.

Indessen handelt es sich hier zunächst überhaupt nur um

[1] Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. Bd. XLI. 1889. S. 83 pp. u. Bd. XLIV. 1892. S. 51—53.



kleinere Zerklüftung, nicht etwa um grosse Spalten; und nur solche kann man doch wohl mit Recht im Verdachte haben, dass durch sie die Schmelzmassen aus der Tiefe befreit worden, dass auf ihnen die Schmelzmassen aufgestiegen seien. Endriss bemerkt ganz ausdrücklich[1], indem er von etwas stärkerer Zerklüftung spricht: „Besondere Verwerfungsspalten konnte ich bis jetzt nicht nachweisen."

Auch möchte ich, wie schon gesagt, als wahrscheinlich annehmen, dass die Zerklüftung der Umgebung dieses und so auch etwaiger anderer Maare, nicht etwa vor seiner Bildung bereits vorhanden war, sondern dass sie erst infolge derselben, durch die Gasexplosionen entstanden ist; dass sie also nicht als Ursache, sondern als Wirkung des Ausbruches betrachtet werden muss.

In gleicher Weise würde aber auch das Auftreten wirklicher, grosser Spalten in einem unserer Maare durchaus noch kein Beweis dafür sein, dass durch diese Spalte die Gase und der Schmelzfluss entfesselt wurden. Allerdings pflegt man in der Geologie stets mit einem solchen Schlusse bei der Hand zu sein. Indessen es müsste doch erst in jedem Falle nachgewiesen werden, dass die Spalte wirklich vor der Bildung des Maares, bezw. Vulkanes, bereits vorhanden war. Sie könnte ja auch ebensogut erst nach der Entstehung desselben sich gebildet haben. Unsere Maare sind in mittelmiocäner Zeit entstanden. Die gebirgsbildenden, also spaltenerzeugenden Kräfte haben seit dieser langen Zeit unablässig fortgewirkt und sind zweifelsohne noch heute in dieser Thätigkeit begriffen. Warum sollten also solche Brüche nicht erst nach mittelmiocäner Epoche sich gebildet haben, wenn man deren in unserem Gebiete fände? Demjenigen, welcher eine Spalte oder Verwerfung ohne Weiteres als Ursache eines zu tertiärer oder gar noch älterer Zeit erfolgten Ausbruches erklärt, liegt doch sicher die Verpflichtung ob, vorerst nachzuweisen, dass diese Spalte bereits vor der Entstehung des Ausbruches vorhanden war. Denn andernfalls fehlt einem solchen Ausspruche doch jene zwingende Beweiskraft, und man kann zunächst in demselben nur den Ausdruck der allgemein herrschenden Lehrmeinung sehen. Damit will ich nicht sagen, dass ich diese Beziehungen zwischen Spalten und Vulkanen, als Ursache und Wirkung, bestreite. Das kommt mir gar nicht in den Sinn. Ich will nur einer Verallgemeinerung

[1] Bd. XLIV. 1892. S. 52. Anm. 1.

dieses Satzes entgegentreten, da ich das Vorhandensein von Spalten, auf Grund der im Gebiete von Urach gemachten Erfahrungen, nicht als conditio sine qua non für die Entstehung von Maaren betrachten kann.

Über eine lange Bruchlinie auf der Alb hat REGELMANN in der That berichtet (Fig. b, s. vorne S. 11). Sie verläuft auf der Grenze zwischen der Nord- und der Mittelzone der Alb und in ihrer Verlängerung liegen der Eisenrüttel No. 38 und der Sternberg No. 37[1]. Die Nordzone fällt nämlich 0,52° gegen N., die Mittelzone 0,98° gegen S. Diese Ergebnisse sind jedoch nicht etwa gewonnen durch direkte Beobachtung des Fallens der Schichten, welche die Albhochfläche bilden. Da es sich hier nämlich um ungeschichteten ε-Kalk handelt, so war das gar nicht möglich. Es war auch nicht durchführbar, im Liegenden des ε, im δ, das Fallen zu bestimmen, da dieses selbst bisweilen massig, vor allem aber nicht genügend aufgeschlossen ist. Es gründet sich daher die Bestimmung der Bruchlinie, also diejenige des Fallens, nur auf die Höhenlage der Spitzen der, über der Hochfläche aufragenden ε-Massen. Hier tritt aber natürlich ein unberechenbarer Faktor mit ein: die Verwitterung. Da durch diese die eine Spitze mehr, die andere weniger abgetragen sein muss, so kann das Ergebnis ebenfalls kein genaues sein.

Wir dürfen also nicht vergessen, dass diese so gefundene Grenzlinie zwischen Nord- und Mittelzone — wie ich mündlicher Mitteilung entnehmen darf — nicht etwa durch direkte Beobachtung als ein Bruch erkannt wurde bezw. sich überhaupt erkennen lässt, welcher gerade über den Eisenrüttel No. 38 und den Sternberg No. 37 verliefe. Sondern diese Linie ist nur konstruiert mit Hilfe der Beobachtung, dass auf der Nordzone die Spitzen der ε-Berge niedriger liegen als auf der Mittelzone[2]. Der genaue Verlauf der Bruchlinie, deren Dasein ich nicht bezweifeln will, ist mithin keineswegs über jene beiden vulkanischen Punkte hin auch wirklich erwiesen. Der Bruch kann sehr wohl in gewisser Entfernung von denselben verlaufen.

---

[1] Regelmann, Trigonometrische Höhenbestimmungen f. d. Atlasblätter Ehingen, Laupheim, Riedlingen. 1877. S. 124.

[2] Wenn man nämlich in der Mittelzone alle Hauptspitzen der ε-Berge durch eine Ebene verbindet, so ergiebt sich also, dass diese Ebene nicht wagerecht liegt, sondern 0,98° nach S. fällt. Anstatt dass nun diese nach N. verlängerte Ebene die Spitzen der ε-Berge auf der N.-Zone berührte, liegen diese hier viel tiefer als sie sollten.



Aber selbst wenn wir annehmen, dass dieser Bruch genau beide Punkte träfe: Womit ist denn bewiesen, dass derselbe bereits vor oder zu mittelmiocäner Zeit erfolgte? Er kann sich sehr wohl, wie schon oben gesagt, erst nach den vulkanischen Ausbrüchen vollzogen haben, braucht also in gar keinem Zusammenhange mit diesen zu stehen.

Abgesehen von den besprochenen Punkten und dem nachher zu besprechenden Lauter-Bruche kenne ich bisher keine Brüche in unserem vereinzelten vulkanischen Gebiete von Urach. Wohl wird unter dem ganzen vulkanischen Gebiete von Urach in der Tiefe ein grosser Hohlraum, ein Herd vorhanden gewesen sein, in welchem die Schmelzmassen sich mehr als an anderen Orten der Erdoberfläche genähert befanden, an welchem sie in einem höheren Niveau standen als anderwärts. Wohl mögen vielleicht von diesem Herde aus verschiedene klaffende Spalten nach aufwärts in die Erdrinde gegangen sein, in welchen die Schmelzmassen abermals höher steigen konnten. Wohl mögen auch diese Bruchlinien hier und da hinauf bis an die Erdoberfläche gereicht haben. Trotzdem aber scheint es mir, dass diesen letzten Teil ihres Weges zur Erdoberfläche unsere Schmelzmassen ganz vorwiegend auf Kanälen zurücklegten, welchen sie sich durch ihre Gase selbst bohrten.

Es scheint mir, sage ich; denn ich selbst habe bei dieser Arbeit dem Vorhandensein von Verwerfungen nicht genügend nachgehen können, da nur eine vollständige Neukartierung des ganzen grossen fraglichen Gebietes den gewünschten Aufschluss geben könnte, ich aber mit der Untersuchung der zahlreichen vulkanischen Punkte vollauf beschäftigt war. Das Gebiet ist jedoch bereits geognostisch kartiert und man sollte doch meinen, dass von den betreffenden Geologen solche Bruchlinien festgestellt worden wären, wenn sie eben aufträten. Hierbei habe ich nicht im Sinne, die von Quenstedt aufgenommenen betreffenden Blätter unseres Vulkan-Gebietes; denn die grosse Aufgabe, welche der hochverdiente Forscher sich für Württemberg gestellt hatte, war eine so vorwiegend paläontologisch-stratigraphische, dass derartige Fragen ihm in den Hintergrund traten. Ich denke vielmehr hierbei nur an Deffner, welcher Blatt Kirchheim u. T., das reichste an vulkanischen Punkten unseres Gebietes, kartiert hat.

Es ist nun geradezu auffallend, dass Deffner, welcher sicher ein feines geologisches Taktgefühl für das Auf-

finden von Verwerfungen besass, in seiner Beschreibung des Kartenblattes Kirchheim u. T. die in dem nicht vulkanischen, nördlichen Teile des Blattes auftretenden Bruchlinien ungemein ausführlich und mit ersichtlicher Liebe beschreibt, wogegen er in dem vulkanischen, südlichen Teile desselben nur einer einzigen Erwähnung thut. Unmöglich kann das auf andere Weise gedeutet werden, als dass er hier eben keine Brüche und Verwerfungen gefunden hat.

Eine Bestätigung dieser Auffassung möchte ich auch in der Angabe Deffner's[1] finden, „dass in dem Gebiete von Metzingen bis an die Kirchheimer Lauter überall ein Fallen gegen SO., konform mit dem allgemeinen Schichtenfall des Landes" gefunden wurde; in diesem grösseren Teile unseres vulkanischen Gebietes fehlen also Verwerfungen. Erst zwischen Lauter und Lindach zeigte sich ein Fallen nach NNW. Ungefähr parallel der Lauter müsste man also eine Bruchlinie annehmen. Östlich von dieser, nach Göppingen hin, erhebt sich ein Gewölbe — wie Deffner sagt — eine in Schwaben sonst nirgends beobachtete Erscheinung. Eben diese Aufwölbung der Schichten von Albershausen bedingt es, dass am W.-Rande derselben jenes Fallen nach NNW. stattfindet[2].

Der Lauterbruch, wie ich die oben angedeutete Bruchlinie nennen will, setzt sich aber, wie es scheint, auch nach S. in den Körper der Alb hinein fort, indem er zwischen der Randecker und Erkenbrechtsweiler Halbinsel hindurchzieht. Die Oberfläche beider Halbinseln besteht wesentlich aus Weiss-Jura δ. Während nun die höchsten Höhen dieses δ auf der im W. gelegenen Erkenbrechtsweiler Halbinsel bis zu 700, 731, 741, 744 m aufragen, erreichen diejenigen der Randecker Halbinsel eine Höhe von 732, 762, 800, 803 m. Es ragt also das δ der Randecker Halbinsel bis zu rund 60 m höher auf als dasjenige der Erkenbrechtsweiler[3]. Diese Randecker Halbinsel liegt aber in der südsüdwestlichen Fortsetzung des Schichtengewölbes von Albershausen.

Unser vulkanisches Gebiet zerfiele mithin nach Deffner

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim S. 55.

[2] Albershausen liegt auf der beigegebenen Karte rechts oben in der Ecke.

[3] Deffner giebt einen Höhenunterschied beider Halbinseln von 75 m an (l. c. S. 5), indem er die Niveaudifferenz beider Hochflächen ganz allgemein feststellt; ohne also hervorzuheben, ob er δ gegen δ, oder auch δ gegen ε betrachtet habe, welches letztere auf die Randecker Halbinsel noch an mehreren Punkten aufgesetzt ist.

durch eine ungefähr von N. nach S. verlaufende Bruchlinie in zwei ungleich grosse Hälften: Eine kleinere, östliche, welche sich gegenüber der westlichen in grösserer Höhenlage befindet. Sie besitzt in ihrem nördlichen, liassischen Teile den Bau eines in der Sattellinie aufgeplatzten Gewölbes[1]; in ihrer südlichen Fortsetzung dagegen, im Weiss-Juragebiete, zeigt sich weder Aufplatzung noch überhaupt Gewölbebau. Die grössere, westliche Hälfte des Gebietes, zwischen Metzingen und Kirchheimer Lauter, befindet sich gegenüber jener in geringerer Höhenlage, zeigt jedoch nach Deffner den allgemeinen Schichtenfall gegen SO. Man möchte daher folgern, dass dieselbe sich in ungestörter Lagerung befindet, mindestens keine Brüche besitzt. Freilich auf S. 58 redet Deffner von „Kluftrichtungen" in dem Gebiete zwischen Lauter und Steinach, sowie von da rechts und links der Erms[2], geht jedoch nicht näher auf dieselben ein, während er sonst richtige Bruchlinien und Verwerfungen stets ausführlich beschreibt.

Wenn dereinst eine topographische Grundlage mit Höhenkurven von diesem Gebiete angefertigt sein sollte, wird es gewiss eine dankbare Aufgabe sein, die architektonischen Verhältnisse dieses, durch seine interessanten vulkanischen Bildungen ausgezeichneten Landstriches ganz genau festzustellen. Nach dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmateriale scheint es mir, als wenn die wenigen Bruchlinien bezw. Klüfte unmöglich herangezogen werden dürfen, um die grosse Zahl von mehr als 125 vulkanischen Ausbruchsröhren auf sie zurückzuführen. Es hiesse geradezu den Dingen, einer vorgefassten Schulmeinung zuliebe, Gewalt anthun, wenn man hier so zahlreiche Spaltenlinien zwischen den einzelnen Ausbruchspunkten konstruieren wollte.

Übrigens aber, selbst wenn sich hier und da Spalten nachweisen lassen, muss man, ich wiederhole das, doch erst beweisen, dass diese vor den Ausbrüchen da waren; sie können ja ebensogut erst nach denselben entstanden sein. Die Gebirgsbildung bethätigt sich auf Erden, im besonderen auch im südwestlichen Süddeutschland, noch heute, wie die Erderschütterungen beweisen; sie hat also sicher auch von der mittelmiocänen Epoche jener Ausbrüche bis zum heutigen Tage gewirkt und Spalten gebildet. Die Alb hat ferner im

---

[1] s. l. c. die Figur unten in der Mitte der Deffner'schen Tafel.
[2] Vergl. auch S. 546 vorne.

Braun-Jura und Lias einen weichen, vorwiegend thonigen Unterbau. Da die Schichtenköpfe der Braun-Jurathone am Steilabfalle der Alb freigelegt sind, zudem viel Wasser aufnehmen, so können sie leicht durch den gewaltigen Druck der auflastenden harten Weiss-Juraschichten etwas herausgepresst werden. Die Folge davon muss natürlich ein Zerbersten dieser auflagernden Kalkbänke sein. Leicht mag es sein, dass ein auf solche Weise entstandener Bruch zufällig quer über ein Tuffvorkommen oben auf der Alb liefe oder gar von dem einen zum anderen. Leicht könnte man dann, wie man sieht, sehr mit Unrecht, geneigt sein, diese harmlose Bruchlinie als die Ursache jener vulkanischen Ausbrüche anzusehen.

Doch noch ein Weiteres: Wenn zahlreiche mit Verwerfungen verbundene Spaltenbildungen in dieser vulkanischen Gegend die Alb durchsetzten, so müssten dieselben vor allem an den unvergleichlich schönen und klaren Aufschlüssen, welche der Steilrand der Alb darbietet, längst erkannt worden sein. Das aber gilt nicht nur von solchen Brüchen, welche rechtwinkelig zum Streichen der Alb, sondern auch von solchen, welche parallel demselben verlaufen würden. Denn der Steilrand bildet ja keine gerade Linie, er ist durch zahlreiche Thäler gleich einem zerfetzten Fahnentuche so stark in Fransen zerschnitten, dass auch SW.—NO., also parallel mit ihm laufende Verwerfungen an den einschneidenden Thalrändern, bezw. an den zahlreichen Vorsprüngen längst erkannt wären. Namentlich würde wieder Deffner an dem vulkanreichen Steilrande auf Blatt Kirchheim sie gefunden haben. Er selbst hebt aber auch hervor, dass Schichtenstörungen bei den Tuffgängen sehr selten seien.

Etwas schwieriger liegen die Dinge oben auf der Albfläche. Hier deckt eine Humusschicht das kalkige Gelände. Aber die den verschiedenen Stufen des Weissen Jura angehörigen Kalke lassen sich der Regel nach trotzdem hier leicht unterscheiden. Nun weist Deffner in der nördlichen, bis auf Scharnhausen No. 124 vulkanlosen, Hälfte von Blatt Kirchheim Verwerfungen von 52 m[1], 60—70 m[2] und 130 m[3] Sprunghöhe nach, welche alle ungefähr SO.—NW. streichen, also etwa rechtwinkelig zu dem südlich davon verlaufenden Albrande stehen. Um wie viel mehr müsste er nun aber in dem vulkanreichen südlichen Teile des Blattes, am Steilabfalle und oben auf der Alb

[1] Neckarthailfingen-Aich.
[2] Unterensingen-Horber Wald.
[3] Altbach-Oberesslingen.

diese Verwerfungen gefunden haben, wenn sie in dieses Gebiet hineinsetzten. Gerade hier, bei den Vulkanen, sollte man eher noch viel bedeutendere Sprunghöhen erwarten, wenn Brüche dort vorhanden wären.

Diese Überlegung gilt, wie oben gesagt, von Blatt Kirchheim. Die anderen vulkanischen Blätter der Karte, welche ersteres im O., S. und W. begrenzen, sind nicht von Deffner aufgenommen, sondern von Quenstedt, welcher ja den Schwerpunkt seiner Forschung auf eine andere Seite verlegte als diejenige des Vulkanismus und der Verwerfungen. Man würde hier also eher meinen können, dass letztere nur vernachlässigt, aber doch vorhanden wären. Das kann der Fall sein. Aber die Analogie gestattet doch den Schluss, dass auch auf diesen Blättern die Dinge ähnlich liegen werden, wie auf dem von ihnen eingeschlossenen Blatte Kirchheim.

Noch zwei weitere Gründe bestehen indessen, welche gegen die Annahme sprechen, dass die Ausbruchskanäle der Maare nur mit Hilfe vorherbestandener Bruchlinien sich bilden konnten.

Der erste liegt darin, dass alle diese Ausbruchskanäle senkrecht stehen, nie schräg durch die Erdrinde verlaufen. So ist es im Gebiete von Urach. So ist es auch in S.-Afrika; denn gleichviel ob die 17 dortigen Diatremata vulkanischen oder pseudovulkanischen (s. später) Ursprunges sind, in jedem Falle sind sie doch durch aus der Tiefe heraufwirkende Gasexplosionen entstanden. Senkrecht stehen diese Kanäle, wie wir sehen werden, auch auf Java und in Japan. Eben dasselbe aber gilt auch von den anderen Maargebieten der Erde, an welchen wir Trichterbildungen als oberstes Ende der Kanäle kennen. Nie sind diese Trichter auch einmal schräg gestellt. Da nun aber Spalten, welche die Erdrinde durchsetzen, dies in allen möglichen Richtungen bezw. Neigungen thun, so müsste, wenn die Ausbruchskanäle der Maare nichts anderes als erweiterte Spalten wären, ein Teil dieser Ausbruchskanäle die Erdrinde in schräger Richtung durchlaufen.

Der zweite Beweisgrund, welcher ebenfalls für die Unabhängigkeit dieser Maarkanäle von den Bruchlinien der Erdrinde spricht, ist der folgende indirekte: Wenn die Maarkanäle nichts anderes als röhrenförmig erweiterte Spalten wären, so müsste die Tufffüllung dieser Kanäle doch auch weit in die Fortsetzung der Spalte rechts und links von dem Kanale hineingedrungen sein. Man bedenke die Feinheit der Asche und die ungeheure Gewalt, mit welcher sie geblasen wurde. Ein Staubsturm von überirdischer Heftigkeit in der

Erdrinde wütend! Weithin wäre die feine Tuffmasse in die Spalten geblasen, der Querschnitt aller unserer Tuffgänge bei Urach müsste der folgende sein, wie ihn Fig. 105a darstellt.

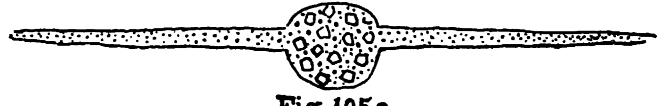


Fig. 105a.

Nie aber ist er ein solcher. Nicht einmal beim Jusi No. 55 ist entfernt Ähnliches vorhanden. So spricht also auch dieser Grund gegen die Abhängigkeit unserer Maarkanäle von gröberen Spalten.

Obgleich wir also im Gebiete von Urach 127 Ausbruchskanäle von Maaren kennen, wurden doch bisher kaum bei einigen vereinzelten derselben Bruchlinien beobachtet. Aber auch diese sind entweder zweifelhaft, vielleicht gar nicht vorhanden, oder sie sind vielleicht die Folge, nicht aber die Ursache der Ausbrüche. Die grosse Zahl der Ausbruchskanäle, ihre unregelmässige Lage, ihr Auftreten auf einem nur 20 □Meilen grossen Gebiete, das stellenweise von ihnen wie ein Sieb durchlöchert ist, machen aber auch die Annahme geradezu unwahrscheinlich, dass allen diesen 127 Röhren Spalten zu Grunde liegen. Die ganze Platte müsste nach allen Richtungen hin zertrümmert sein. Auch der runde oder ovale, nie langgestreckte Querschnitt, sowie der senkrechte Verlauf der Kanäle machen solche Annahme unwahrscheinlich, da unter so vielen Spalten gewiss ein Teil in schräger Richtung die Erdrinde durchsetzen müsste.

Ebensowenig wie im Gebiete von Urach lassen sich übrigens für die Maare der Eifel, die (?Maar-) Tuffgänge Central-Schottlands und für die Diatremata S.-Afrikas Bruchlinien nachweisen. Es scheint mithin, dass die vulkanischen Kräfte doch die Gewalt haben, sich auf eine beträchtliche Länge den oberen Teil ihres Weges selbständig durch die Erdrinde zu bahnen, unabhängig von gröberen Bruchlinien und Verwerfungen. Ob vielleicht doch ganz feine Haarspalten, als Fortsetzung der in der Tiefe befindlichen gröberen Bruchlinien,

bis an die Erdoberfläche setzen und so den explodierenden Gasen den Weg anzeigen? Wegen der stets senkrechten Stellung der Maarkanäle scheint aber auch das nicht ganz sicher. Ebenso spricht das Nichtvorhandensein tufferfüllter langhinstreichender Spalten rechts und links von der Ausbruchsröhre gegen die Abhängigkeit der letzteren von Bruchlinien. Die allgemein herrschende Lehre fordert freilich das Bekenntnis einer solchen Abhängigkeit. Ich gebe auch zu, dass DAUBRÉE's Versuche im kleinen nur dann cylinderförmige Durchbohrungen der Gesteinsstücke von seiten explodierender Gase ergaben (s. später), wenn vorher feine Haarspalten vorhanden waren. Ich habe daher in Obigem das Dasein solcher feinen Haarspalten als möglich anerkannt, obgleich man auch hier fordern müsste, dass dann ein Teil unserer Ausbruchskanäle schräg durch die Erdrinde setzen würde. Aber zwischen einer solchen feinen Haarspalte und den Bruchlinien und Spalten, welche nach allgemeiner Annahme notwendige Vorbedingung zum Entstehen vulkanischer Ausbrüche sind, besteht doch ein gewaltiger Unterschied. Erstere mögen vorhanden sein, letztere scheinen bei uns zu fehlen; jedenfalls darf man mindestens ihr Dasein nicht behaupten wollen, ohne es zu beweisen.

Wie weit geht nun aber diese Unabhängigkeit der Kanäle von Spalten, bis in welche Tiefe hinab? Das lässt sich nicht sagen. In Centralamerika sind Maare von fast 400 m Tiefe beobachtet (s. später). In der Gruppe von Urach lassen sich die, ursprünglich im Weiss-Jura eingesprengt gewesenen Maare, bezw. deren Kanäle, bis in den Lias, bei Scharnhausen No. 124 sogar bis in den Keuper hinab verfolgen. Das ergiebt also eine mindeste Tiefe von 6 bis 800 m. Wäre der Ausbruchskanal bei Scharnhausen No. 124 nur ein erweitert ausgeblasener Teil einer langgestreckten Spalte, so müsste, wie wir vorher sahen, auch rechts und links von dem Tuffgange eine langgestreckte tuffige Spaltenausfüllung auftreten. Eine solche fehlt. Auch verläuft dort keine Verwerfungslinie durch den Tuffpunkt. Folglich ist selbst dieser tiefst erodierte, tufferfüllte Kanal unabhängig von einer Bruchlinie der Erdrinde entstanden, nur durch die Gewalt der Gase ausgeblasen.

Da wir nun aber in so vielen Fällen die Abhängigkeit der Vulkane von Bruchlinien der Erdrinde kennen, so werden wir die Frage aufwerfen müssen, ob das in einer gewissen Tiefe nicht doch auch von unseren Maarkanälen gilt. Man kann sich ja vorstellen, dass auch

hier der Schmelzfluss in den tieferen Regionen der Erdrinde auf breiten Spalten aufstieg. Dass aber dann in einer gewissen Höhe die im Schmelzflusse absorbierten Gase die Kraft besassen, die überliegende Erdrinde ohne weitere Hilfe von Spalten oder doch nur mit Hilfe von Haarspalten zu durchschiessen, und zwar auf eine mindeste Dicke von 800 m.

Ich mache nun aber wiederum aufmerksam darauf, dass in der Gruppe von Urach 127 solcher Kanäle verteilt sind auf einem Raume von 20 □Meilen. Hier dichter geschart, dort weniger dicht, in allen Fällen aber wirr durcheinander, ohne sicher erkennbaren Verlauf einer Spalte. Wenn daher jene Annahme einer in der Tiefe befindlichen Spalte das Richtige trifft, so muss dieselbe eine solche Breite besitzen, wie der Breite des ganzen von den 127 Kanälen durchschossenen Streifens entspricht. Dieser hat 37 km Länge und 45 km Breite, wenn wir zwischen den äussersten Endpunkten messen, andernfalls etwa 37 und 30 km. Es müsste also eine ungeheuer breite Spalte in der Tiefe klaffend und mit Schmelzfluss erfüllt gewesen sein. Bei solcher Breite dürfte man aber gar nicht mehr von einer Spalte sprechen, sondern von einer grossen Höhlung, in welche der Schmelzfluss hinaufgedrungen war.

Vielleicht entstand eine solche Höhlung durch die Durchkreuzung zweier sehr breiten Spalten in der Tiefe. An und für sich ist die Annahme, dass gewisse, in der Tiefe entstandene Bruchlinien der Erdrinde nicht die Oberfläche erreichen, genau ebenso berechtigt und gewiss thatsächlich richtig, wie die zweifellose Thatsache, dass andere, von der Erdoberfläche aus entstandene Bruchlinien hier mehr, dort weniger tief hinabsetzen.

Trifft diese Überlegung das Richtige, so haben wir in verhältnismässig geringer Tiefe, zur Zeit der Ausbrüche, eine grosse Höhlung von 37 und 45 bezw. 30 km Durchmesser erfüllt mit sehr gasreichem Schmelzfluss, und von dieser ausgehend 127 Kanäle, welche von den Gasen selbständig und senkrecht durch die Decke der Höhle gebohrt wurden. Jetzt, nach der Erstarrung, bildet dieser Schmelzfluss in der Tiefe eine grosse kuchenförmige Masse. Ist es denkbar, dass die von Mandelsloh und Degen im Bohrloch zu Neuffen beobachtete auffallend starke Wärmezunahme (s. vorne S. 103) sich noch heute auf diese so hoch emporgedrungene Schmelzmasse zurückführen lässt?

Dieser hier entwickelten Anschauung hinsichtlich des Fehlens von eigentlichen Spalten in unserem Gebiete widerspricht nun allerdings die folgende von Deffner ausgesprochene Ansicht.

Derselbe[1] schreibt nämlich das folgende: „Auf einen Punkt aber ist schon hier aufmerksam zu machen, da er auf keinem der andern Blätter so klar hervortritt. Die deutlicher aufgeschlossenen Tuffspalten zeigen übereinstimmend eine beträchtliche Divergenz der Spaltenwände gegen die Tiefe zu, und verschwinden auf der Hochfläche der Alb oft gänzlich. Wir erinnern an den Basaltgang auf der Urach-Grabenstetter Steige und die bis auf die Höhe reichende Tuffspalte von Gutenberg, welche beide die Hochfläche nur in 0,3 m Breite durchdringen, während die auf der Schopflocher Seite liegenden Gangstücke auf dem Plateau gar nicht mehr zur Oberfläche gelangen. Wenn man die Erweiterung der Spalten gegen die Tiefe nach diesen Beispielen als eine allgemeinere Erscheinung auffasst, so ergäbe sich daraus, dass im jetzigen Körper der Alb weit mehr derartige, mit Tuffen ausgefüllte Spalten eingeschlossen sein müssen, als heute an der Oberfläche erkennbar sind. Dies bestätigt sich durch die vergleichsweise weit grössere Zahl der vulkanischen Punkte im Vorlande der Alb gegen diejenige der auf dem Plateau bekannten. Vergleicht man in planimetrischer Abmessung der beiden vulkanischen Gebiete die Anzahl der auf denselben auftretenden Eruptionspunkte, so ergeben sich im Vorlande etwa $2^1/_2$—3 mal so viel vulkanische Durchbrüche, als auf der Hochfläche der Alb. Da aber eine Abnahme der vulkanischen Thätigkeit gegen Südost keineswegs angezeigt ist, so kann die kleinere Verhältniszahl der Ausbrüche auf der Hochfläche nur davon herrühren, dass ein grosser Teil derselben nicht bis oben durchdringt, sondern noch latent im Körper der Alb steckt. Wir haben uns deshalb den letzteren von einer sehr grossen Zahl von Spalten durchzogen zu denken, von denen wohl nur der kleinere Teil bis zur Oberfläche mit vulkanischen Stoffen ausgefüllt ist, welche deshalb erst bei fortschreitender Denudation allmählich ans Tageslicht gelangen werden."

Ich kann mich einer solchen Ansicht in keinem Punkte anschliessen, wir müssen daher die von Deffner angeführten Beweisgründe der Reihe nach besprechen.

Zunächst möchte ich hervorheben, dass Deffner wohl gar nicht zu einer solchen Vorstellung gekommen wäre, wenn er unsere Aus-

---

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 41.

bruchskanäle als solche und in ihrer Beziehung zu Maaren richtig erfasst hätte, wenn er also nicht stets irrtümlicherweise von „Spalten“ in unserem Gebiete spräche. Es liegen hier eben keine langgestreckten Spalten vor, sondern röhrenförmige, durch Explosion entstandene Kanäle rundlichen oder ovalen Querschnittes. Deffner nahm eben als selbstverständlich an, dass Spalten als Ursache der Ausbrüche vorhanden sein müssten. Infolge dieser vorgefassten Meinung zeichnet ja auch Deffner mehrfach irrtümlich langgestreckte Tuffgänge ein, während solche gar nicht vorliegen; wie das auf S. 603, 626 ff. dargethan ist.

Nun gebe ich sehr gern zu, dass die durch gebirgsbildende Kräfte entstandenen langgestreckten Spalten, von welchen die Erdrinde durchsetzt wird, eine ganz verschiedene Tiefe haben können. Wenn sie von der Tagesfläche an aufreissen, so können sie mehr oder weniger tief hinabsetzen. Wenn sie dagegen umgekehrt in der Tiefe entstehen, so können sie mehr oder weniger weit in die Höhe dringen; sie können hierbei die Erdoberfläche erreichen oder aber weit unterhalb derselben bereits sich auskeilen.

Wenn daher in solche Spalten von unten her flüssige Gesteinsmassen eindringen, welche dann als Basalt z. B. erstarren, so können dieselben im ersteren Falle bis an die Tagesfläche steigen; im letzteren müssen sie dagegen mit dem Schlusse der Spalte ebenfalls aufhören. Das ist ja eine ganz geläufige Anschauung, welche sich vielmals durch Erfahrung bestätigt. Mit fortschreitender Abtragung der Erdoberfläche werden daher immer tiefere Eruptivgänge und Eruptivstöcke freigelegt, welche bisher nicht über Tage sichtbar waren.

Dementsprechend mag denn auch der langgestreckte Basaltgang No. 126 bei Grabenstetten die Ausfüllung einer solchen Spalte sein, welche nach oben sich auskeilt und nach unten breiter wird. Wenn Deffner aber gerade diesen als Beweis anführt, so thut er das eben nur, weil er den tiefergreifenden Unterschied zwischen solchen Spalten und unseren röhrenförmigen Explosionskanälen gar nicht erfasst hat. Man kann natürlich nicht das Verhalten einer Spalte, einer Bruchlinie, als Beweis für dasjenige einer solchen Explosionsröhre anführen.

Es besteht aber nicht nur in der Entstehungsweise jener Spalten und dieser Explosionskanäle ein grosser, tiefgreifender Unterschied, sondern auch in ihrer Füllmasse. Dort handelt es sich um feste Eruptivgesteine, wie Basalte. Hier liegen in unserem Gebiete (fast) nur Tuffe in den Kanälen.

Nun will ich auch hier zugeben, dass man sich vorstellen kann, wie eine Spalte, welche aus der Tiefe nicht bis an die Tagesfläche hindurchsetzt, sich von unten her mit vulkanischem Tuff erfüllt. Im Schmelzflusse entstehen Gasexplosionen, diese zerschmettern denselben und füllen die Spalte mit Asche. Da die Spalte nicht bis zu Tage ausstreicht, so thut das natürlich auch nicht der in ihr auf solche Weise entstandene Tuffgang.

Auch das will ich weiter zugeben, dass dieser Tuff eine Breccie sein kann, erfüllt mit Bruchstücken des Nebengesteines. Aber — nie wird in einer tufferfüllten Spalte, welche beispielsweise von unten her nur bis in den obersten Braun-Jura hinauf reicht, auch nur ein einziges Stück von Weiss-Jura liegen können, geschweige denn eine so unzählbare Menge von Weiss-Jurastücken aller Stufen bis hinauf zum ε, wie das bei allen unseren Tuffen der Fall ist! Dieser eine Grund allein genügt, um die Vorstellung Deffner's zu Falle zu bringen, dass die tufferfüllten Spalten in unserem vulkanischen Gebiete zum Teile gar nicht die Erdoberfläche erreicht hätten, also erst bei tiefergreifender Erosion freigelegt würden.

Nun führt zwar Deffner noch einen zweiten Beweis für seine Ansicht an. Es ist das Verhalten des vierten Ganges an der Gutenberger Steige No. 45. Vorne auf S. 261 habe ich dargelegt, dass hier allerdings der Anschein obwaltet, als wenn der Tuffgang nicht ganz bis an die Tagesfläche ausstriche, sondern einige Fuss unterhalb derselben bliebe. Allein man kann die auf ihm lagernden Kalkmassen auch sehr wohl als nicht anstehend auffassen, also als Schutt, welcher auf dem Kopfe des wirklich zu Tage ausstreichenden Tuffganges liegt. Sicher zu entscheiden wage ich das nicht; möglicherweise könnte Deffner in diesem einen Falle recht haben. Nur irrt er, wenn er diesem Gange die geringe Mächtigkeit von 0,3 m zuschreibt, welche allerdings bei einem Tuffgange sehr auffällig sein würde. Dieselbe beträgt nicht weniger als 90 Schritte!, wie sich durch genaues Absuchen des Aufschlusses im Graben ergab. Wir stehen an dieser Stelle am Kontakt zwischen Tuff und Weiss-Jura und die Grenze ist keine ganz geradlinige; daher verschwindet der Tuff streckenweise.

Drittens macht nun Deffner für seine Ansicht an anderer Stelle geltend, dass auch die beiden Gänge an der Diepoldsburg No. 40 und beim Engelhof No. 41 in solcher Weise durch eine unterirdische Spalte, welche nicht zu Tage ausstreicht, in Verbindung

ständen. Vorne auf S. 245 dieser Arbeit habe ich gezeigt, dass das entschieden nicht der Fall ist.

In letzter Linie stützt DEFFNER seine Ansicht darauf, dass auf gleicher Fläche im Vorlande $2^1/_2$—3 mal so viel Gänge lägen, als auf der Alb. Sehen wir uns das genauer an. Wir haben im Vorlande 53 Gänge; auf der Alb 38 und auf ihrem Steilabfall 32, also zusammen 70 Gänge. Trotzdem mithin die Alb eine Überzahl von 17 Gängen besitzt, sind auf ihr allerdings dieselben weniger dicht geschart, als im Vorlande. Dass letzteres aber, wie DEFFNER sagt, $2^1/_2$—3 mal dichter damit besäet ist, lässt sich gar nicht so hinstellen. Wenn man das ganze Vorland rechnet bis hin zum Kraftrain No. 76 im äussersten NO. und Scharnhausen No. 124 im äussersten NW., so ist DEFFNER's Behauptung entschieden falsch; denn diese Fläche ist zwar nicht ebenso gross wie die betreffende der Alb, aber doch vielleicht nur $^1/_2$ kleiner und besitzt 53 Gänge gegenüber jenen 70. Wenn man dagegen auf das dicht durchlöcherte Gebiet nördlich und westlich des Jusi blickt, dann hat DEFFNER recht; denn dieses ist noch viel mehr als 3 mal so dicht besäet denn die Alb.

Die Lösung dieser Frage ist daher meines Erachtens noch die folgende: Nicht das Vorland ist dichter besetzt mit Eruptivmassen als die Alb, sondern sowohl auf dem Vorlande als auch auf der Alb lässt sich je eine Stelle finden, auf welcher dieselben dichter geschart sind. Das ist für das Vorland das genannte Gebiet N. und W. vom Jusi und für die Alb das Gebiet um Urach, d. h. S. und O. vom Jusi. Also um die riesige Masse des Jusi herum sind die Durchbruchskanäle zahlreicher entstanden; weiter von ihm entfernt sparsamer. Nahe dem Jusi (Rangenbergle No. 120, Florian No. 101, Höslensbühl No. 118) sind auch, wie wir sahen, die Granite am massenhaftesten ausgeworfen. Beides weist darauf hin, dass hier eben die stärkste vulkanische Thätigkeit das Centrum derselben war.

Möglicherweise spielt aber auch noch ein anderer Grund in diese Erscheinung hinein: Im Vorlande der Alb markieren sich die Tuffgänge meist als Erhebungen. Oben auf der Alb sind sie unter der Ackererde und unter Schuttmassen versteckt. Hier sind sie daher schwerer zu finden, hier kennen wir manche noch nicht. Ihre Zahl ist hier also vielleicht eine grössere als sie uns zu sein scheint.

Aber die Annahme DEFFNER's von den tufferfüllten Spalten,

welche nicht bis an die Oberfläche der Alb reichen sollen, wird auch noch durch folgende Überlegung geschlagen: Solange man mit Deffner von „Spalten" spricht, kann man zu seiner Auffassung gelangen. Sowie man aber erkannt hat, dass es sich um Kanäle handelt, welche durch die feste Erdrinde hindurchgeschossen wurden, ist solche Auffassung unmöglich. Oder soll man annehmen, dass jene Kräfte explodierender Gase, welche sich eine Röhre durch die ganze dortige Dicke der Erdrinde hindurch ausbliesen, auf den letzten 50 oder 100 m ihres Weges erlahmt wären und nicht mehr die Kraft gehabt hätten, bis an die Tagesfläche durchzubrechen? Das ist ganz undenkbar und darum kann Deffner's Ansicht nicht richtig sein, dass sich die Ausbruchskanäle unseres Gebietes nach unten zu erweitern. Im Gegenteil, sie verengern sich nach unten, wie früher (S. 602) gezeigt worden ist; es sind auch gar keine Spalten, sondern röhrenförmige Kanäle, also etwas ganz anderes als Deffner vorschwebte.

Bereits im Jahre 1886 ist F. Löwl[1] für die Unabhängigkeit der Vulkane von den Spalten eingetreten. Dass die Vulkane vorzugsweise auf solchen Schollen der Erdrinde sitzen, welche von Bruchlinien durchzogen sind, das wird, so sagt Löwl, niemand bestreiten. „Aber wenn eine Bruchregion der Schauplatz vulkanischer Ausbrüche ist, so folgt daraus noch nicht, dass diese Ausbrüche an die einzelnen Bruchlinien gebunden sind." Bei dem hohen Gebirgsdrucke, welcher bereits in geringer Tiefe in so hohem Maasse herrscht, dass nach Heim die harten Gesteine plastisch werden, kann sich, so schliesst Löwl gewiss mit vollstem Rechte weiter, überhaupt gar keine Spalte offen erhalten. Es bleibt mithin nur die Annahme übrig, dass die Schmelzmassen sich dennoch unabhängig von Spalten einen Weg durch die Erdrinde zu bahnen vermögen; den zweifellosen Beweis dafür sieht er in dem Verhalten der Lakkolithe Nordamerikas, bei welchen er die Biegung der den Eruptivkuchen umwölbenden Schichten nicht, wie Suess, auf Höhlenraumbildung, sondern mit Gilbert auf die Thätigkeit des Magmas, bezüglich der auf letzteres wirkenden Druckkräfte zurückführt.

Wenn man nun meinen möchte, dass unter solchen Umständen Löwl der Ansicht ist, dass die im Schmelzflusse absorbierten Gase durch ihre explosive Arbeit den Schlot quer durch die Erdrinde

---

[1] Spalten und Vulkane. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. XXXVI. 1886. S. 315.

öffnen, so wäre man im Irrtum. Er will im Gegenteil denselben nur die Rolle einer Begleiterscheinung zuschreiben. Die wahre Ursache des Aufsteigens des Schmelzflusses ist nach ihm vielmehr zu suchen „in dem örtlich gesteigerten Drucke der Erstarrungskruste". Wodurch diese Druckunterschiede hervorgerufen werden, darauf vermag er freilich keine Antwort zu geben.

Nach Löwl erzeugt also eine noch unbekannte Kraft einen Druck auf die Schmelzmassen, so stark, dass sie durch die Erdrinde hindurchgedrückt werden. Ich kann mich dieser Ansicht in solcher Form doch nicht gänzlich anschliessen, denn ein jeder der mehr als 120 Ausbruchskanäle unseres Gebietes beweist, dass hier niemals der Schmelzfluss[1] an die Oberfläche emporgedrückt worden ist. Sondern dass die, aus dem in der Tiefe verbleibenden Schmelzflusse entweichenden Gase sich die Kanäle, oft zu zweien nahe beieinander, durch die Erdrinde gebahnt haben. Das hat für eine gewisse Tiefe bezw. Dicke der Erdrinde unzweifelhafte Gültigkeit. Wohl aber bin ich, wie ja auf S. 637 dargelegt, der Ansicht, dass in nicht zu grosser Tiefe unter unserem Gebiete ein grosser Schmelzherd sich befunden hat, von dem aus die Gase sich ihre 127 Röhren durch die Erdrinde bahnten. Die Ursache nun, welche hier die Schmelzmassen so hoch in der Erdrinde aufsteigen machte, die mag in jener unbekannten Druckkraft gesucht werden.

Wenn also Löwl mit Reyer[2] sagt: „Für unseren Planeten sind die Zeiten des Spratzens für immer vorbei", so gilt das eben doch nicht für die oberen Schichten der Erdrinde; denn wenn der Schmelzfluss hoch genug hinaufgestiegen oder gedrängt ist, dann sind es doch seine Gase, welche durch ihre Spratzthätigkeit sich Röhren durch diese oberen Schichten hindurchschlagen.

Ausser der Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Verwerfungen und Spalten, auf welche man die Entstehung der zahlreichen Ausbruchskanäle unseres Gebietes zurückführen könnte oder nicht, tritt uns nun auch die weitere Frage entgegen, ob unser ganzes vulkanisches Gebiet in einem Einsturzkessel liegt oder nicht. Wie schon vorne auf S. 170 und 171 angedeutet, hat bereits Graf Mandelsloh eine derartige Versenkung auf seiner Karte der Alb angegeben; doch scheint sich dieselbe nur auf das Vorland derselben beziehen zu sollen, denn auf der Oberflächenlinie der Alb ist nichts

---

[1] Abgesehen von einigen Kanälen, welche mit Basalt erfüllt sind.

[2] Beitrag zur Physik der Eruptionen. S. 59.

von einer solchen zu sehen; auch spricht das Verhalten der Schichten an der östlichen Verwerfungskluft seines Profiles bei Lorch dagegen.

DEFFNER dagegen zieht auch die Alb in diese Versenkung hinein, indem er sagt[1]: „Das specifisch vulkanische Gebiet aber zwischen Engstingen und Grabenstetten bildet eine tiefe Einsenkung von durchschnittlich 100 m zwischen der Münsinger Hardt und den östlich Erpfingen sich erhebenden Höhen. Dass diese Einsenkung sich bis an den Neckar erstreckt und in der Köngener Mulde und bei Plochingen ihren tiefsten Punkt erreicht“ wird dann von DEFFNER an anderer Stelle[2] besprochen. Es muss einer späteren Arbeit, welcher eine Karte mit Höhenkurven zu Gebote steht, überlassen bleiben, diese Frage zu entscheiden.

Die Denudationsreihe[3] der Maare und ihrer in die Tiefe hinabsetzenden, tuff- und basalterfüllten Kanäle.

Stratovulkane und homogene Vulkane.

Allgemeinere Bemerkungen über die Denudation unserer Tuffgänge. Verschiedene Widerstandsfähigkeit derselben im Vergleiche zu den sie einschliessenden Sedimentärschichten. Die von DEFFNER aufgestellten beiden Gesetze. Das erste ist selbstverständlich, das zweite besteht gar nicht. Ganz oder fast ganz eingeebnete Tuffgänge. Kegelförmig aufragende Tuffgänge.

Specielle Denudationsreihe der Maare und Maartuffgänge. A. Die Maare oben auf der Alb. I. Völlig unverletzte Maare. II. Etwas verletzte. Rand nicht mehr ganz vollständig erhalten; ein Abflussthal in denselben eingesägt; Zufluss- und Abflussthal. Maarkessel als Ausbuchtung eines grossen Erosionskessels. III. Maarkessel mehr oder weniger bis zur Unkenntlichkeit zerstört: In einem grossen Erosionskessel verschwunden; auf andere Art eingeebnet. Der Kopf des Tuffganges beginnt sich als Erhöhung über die Erdoberfläche zu erheben.

B. Die Vorkommen am Steilabfalle der Alb und im Vorlande derselben. I. Noch deutlich erkennbare Maare. II. Maartuffgänge, senkrecht angeschnitten, Maarkessel verschwunden. Verschiedene Stadien der Blosslegung und Abschnürung von der Alb bis zum vereinzelt aufragenden Kegel. Zukunftsbild unserer Tuffberge; Verallgemeinerung desselben.

In der grossen Zahl von Vulkanen, welche die Erde trägt, unterschied man früher nach v. SEEBACH die Stratovulkane und die

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim S. 5.

[2] l. c. S. 55 pp.

[3] Der treffende Ausdruck „Denudationsreihe“ wurde von Suess, Antlitz der Erde. Bd. I. S. 190, angewendet, um damit die Reihenfolge der, nacheinander sich an der jedesmaligen Erdoberfläche zeigenden vulkanischen Gesteinsmassen zu bezeichnen, welche sich ergiebt, wenn die Erdoberfläche durch Denudation mehr und mehr abgetragen wird.

homogenen Vulkane. Neuere Geologie hat gezeigt, dass beide, obgleich von sehr verschiedenartiger äusserer Erscheinung, doch nur zwei Glieder in der Erosionskette einer und derselben Bildung sind.

In den Stratovulkanen finden wir die mehr oder weniger unverletzten vulkanischen Berge; hierher gehören daher wesentlich alle in geologisch junger Zeit thätigen oder doch noch bis dahin thätig gewesenen.

Die homogenen Vulkane dagegen, also die Berge von Basalt, Trachyt, Phonolith u. s. w., stellen uns nur den herausgeschälten inneren Kern einstmaliger Stratovulkane dar. Wir sehen in ihnen den im Innern des Berges in einem grossen Hohlraum erstarrten Schmelzfluss. Die äussere Hülle des Berges, die Aschen-, Lapilli- und Schlackenmassen, bezw. auch die etwaigen Lavaströme, sind bereits abgetragen. Daher handelt es sich hier wesentlich um geologisch ältere Ausbrüche als bei jenen Stratovulkanen.

Aber eine noch weitergehende, in noch ältere Zeiten hinabgreifende Folgerung dieser Erkenntnis stellt uns auch die Berge gewisser uralter krystalliner Massengesteine, wie den Granit, ebenfalls im Zusammenhang mit ehemaligen Vulkanbildungen dar. Wenn wir in jenen homogenen Vulkanen, den Basalt-, Trachyt-, Phonolith- u. s. w. Kegeln, den herausgeschälten Kern eines auf die Erdoberfläche aufgesetzten Vulkanberges erkennen, so sehen wir in diesen Granit- u. s. w. Bergen die herausgeschälten Kerne von Hohlräumen, welche sich zu damaliger Zeit noch in grosser Tiefe unter der Erdoberfläche befanden. Während der Thätigkeit des damaligen feuerspeienden Berges erfüllten sich dieselben mit allmählich erhärtendem Schmelzflusse; und nun, nach unsagbar langen Zeiträumen, sind diese erstarrten Kuchen durch die Abtragung der über ihnen liegenden Schichten der Erdrinde an die Erdoberfläche gerückt[1]. Ein grossartiges Bild der Erosion ist uns auf solche Weise enthüllt.

Aber es giebt noch andere vulkanische Gebilde auf Erden. Das sind die Maare, Stellen der Erde, an welchen der Vulkanismus bei dem ersten Schritte ins Leben, an die Erdoberfläche, auch wieder erstickte. Wie diese embryonalen Vulkanbildungen überhaupt auf Erden ganz ungemein viel seltener sichtbar sind als die völlig zur Entwickelung gelangten, so kennen wir auch von ihnen bisher noch keine derartige Erosionsreihe. Zum ersten Male bietet uns unsere

[1] Dieser Zusammenhang mit einstigen Vulkanen gilt natürlich nur für einen Teil der altkrystallinen Massengesteine; andere haben auch damals schon die Oberfläche erreicht.



vulkanische Gruppe von Urach eine solche Erosionsreihe embryonaler Vulkanbildungen dar. Und da unsere Gruppe alle bisher bekannten Maargebiete der Erde zusammengenommen[1] an Zahl der einzelnen Embryonen überaus weit hinter sich lässt, so gewährt uns unser Gebiet eine Erosionsreihe von einer Reichhaltigkeit sondergleichen. Entsprechend der geringen Grösse eines Embryo wird man den Umfang der hier abgetragenen bezw. herausgeschälten Massen nicht im entferntesten vergleichen können mit dem jener völlig zur Entwickelung gelangten Vulkane. Aber sollte die geringe, bisweilen bis zum Winzigen herabsinkende Grösse unserer Bildungen ein Grund sein, denselben eine geringere Bedeutung beizulegen? So finden wir hier in beispielloser Reichhaltigkeit sämtliche Erosionsstadien von dem fast völlig erhaltenen Maarkessel an, bis hin zu dem völlig von der Erdoberfläche abrasierten, zu dem seitlich geöffneten Ausbruchskanale endlich zu seiner aus 500 m Tiefe herausgeschälten Tufffüllung. Die folgende Betrachtung soll uns diese Erosionsreihe vor Augen führen.

Bevor wir uns jedoch die einzelnen Erosionsstadien vor Augen führen, möchte ich einige allgemeine Betrachtungen über diese Vorgänge voranschicken.

Allgemeinere Bemerkungen über die Denudation der Tuffgänge.

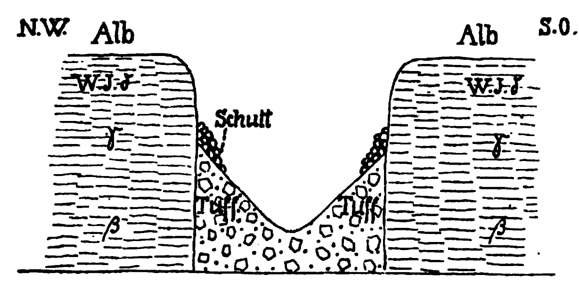
Man stelle sich einen Ausbruchskanal von rundem Querschnitte vor; dann bildet die denselben erfüllende Tuffmasse eine Tuffsäule von entsprechender Gestalt. Diese Tuffsäulen werden bei der Abtragung der Alb und der älteren Juraschichten, welche sie durchsetzen, natürlich ebenfalls abgetragen. Aber das geschieht nicht im gleichen Schritte. In der Regel ist das vulkanische Gestein widerstandsfähiger, bildet also eine Hervorragung. Wir wollen zunächst das obere Ende derselben, die Oberfläche der Säule, ins Auge fassen.

Diese Oberfläche der Tuffsäulen ist sehr verschieden beschaffen. Allgemein können wir zwei verschiedene Ausbildungsweisen unterscheiden und in deutlichen Zusammenhang mit der Erosion bringen.

---

[1] Falls man nicht die Tuffgänge in Mittel-Schottland ebenfalls als Kanäle einstiger Maare betrachten will. Ich glaube, dass man das thun könnte. Geikie sieht sie indessen als Kanäle ehemaliger Aschenberge an.

1) Solange das obere Ende der Tuffsäule noch in dem Ausbruchskanale drinnen steckt und auf dem Boden des unverletzt erhaltenen Maarkessels mündet, wird die Oberfläche derselben eine mehr oder weniger ebene sein. Wenn dann der Rand des Maarkessels an einer oder mehreren Seiten zerstört ist, wenn also Wasserläufe oder doch Erosionsrinnen sich auf dem Boden des Kessels, d. h. auf der Oberfläche der Tuffsäule gebildet haben, so wird diese Oberfläche natürlich uneben. Läuft die Erosionsrinne ungefähr durch die Mitte, so ergiebt sich ein Aufschluss, wie wir ihn im zweiten Maartuffgange an der Gutenberger Steige No. 43 finden Fig. 17.



Schnitt von NW-SO durch den 2ten Gang
Fig. 17.

Wir stehen dann in der Seele des Tuffganges an der tiefsten Stelle; und nach rechts, links und hinten steigt die Oberfläche des Tuffes an bis sie die Weiss-Jurafelsen, ihre Kanalwände, erreicht.

Besteht das oberste Ende der Tuffsäule aus geschichtetem Tuff, über dem dann noch Süsswasserschichten anderer Art liegen, so neigen sich diese Schichten alle gegen das Innere hin, weil ihnen dort fortgesetzt das Widerlager durch das Wasser entführt wird. Das Randecker Maar No. 39 bietet das beste Beispiel in dieser Beziehung.

Bei dem Maar südlich von Hengen No. 15 haben wir die ähnliche Erscheinung, nur dass hier die Erosionsrinne aus der Mitte mehr nach der Seite gerückt ist. Bei dem Maar an der Steige von Urach nach Böhringen No. 62 und demjenigen an der Wittlinger Steige No. 63 verläuft die Thalrinne sogar völlig an der Seite, also im Kontakt zwischen Tuff und Nebengestein. Hierdurch wird natürlich die Tuffsäule dann an einer bezw. mehreren Seiten ganz freigelegt. Die übrige Oberfläche der Tuffsäule aber wird dann in unregelmässiger Weise uneben, mit Erhöhungen und Vertiefungen bedeckt.

2) Sowie nun aber der Kanal von allen Seiten zerstört ist, so dass der Tuff frei in die Luft ragen und das Wasser ringsum ablaufen kann, so geht in allen Fällen die bis dahin breite, durchfurchte Oberfläche der Tuffsäule über in eine kegelförmig zugespitzte; es bildet sich der Bühl heraus. In Anbetracht der übereinstimmenden Zusammensetzung aller unserer Tuffbreccien ist es auffallend, dass hierbei durch Verwitterung und Denudation doch so verschiedenartige, schroff entgegengesetzte Oberflächenformen hervorgehen. Hier überragen sie als unersteigliche Nadelfelsen und als kegelförmige Berge ihre Umgebung, d. h. das Nebengestein, in welchem sie als Gänge aufsetzen. Dort sind die Bühle bereits wieder eingeebnet, ragen also gar nicht über ihre Umgebung hervor. Da bilden die Tuffe sogar seichte rinnenförmige Vertiefungen. Bevor wir die Lösung suchen, wollen wir diese Verhältnisse etwas näher betrachten.

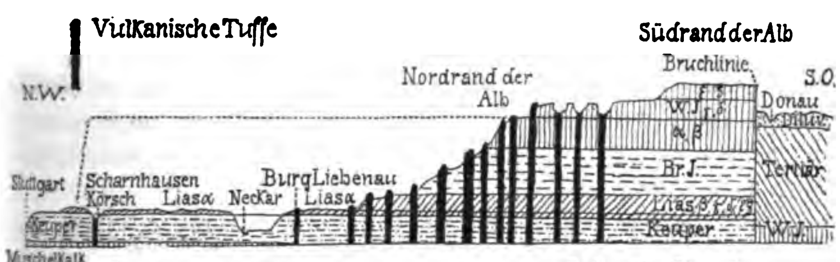
Wir haben Tuffmassen, welche in Gestalt hoher nadelförmiger Felsen aus dem doch so harten Weiss-Jura aufragen, also sich ausgesprochen widerstandsfähiger erweisen als selbst dieser. So der Gang von Ulmereberstetten No. 61, der aus hartem δ aufragt. Dahin gehören aber auch der Conradsfelsen No. 47 und der Karpfenbühl No. 65, welche beide aus Weiss-Jura γ bezw. α hervorragen; und das sind, im Gegensatz zu jenem δ, weichere Juraschichten, besonders das α. Nun sollte man wenigstens erwarten, dass alle aus diesen weichen α- und γ-Schichten heraustretenden Gänge sich gleichmässig erhalten, also ebenfalls so hoch heraufwachsen mussten. Dem ist aber nicht so. Man betrachte den aus α zu Tage tretenden Gang am Buckleter No. 57; dieser ragt kaum als kleiner Wulst über seine Umgebung empor und der Tuff ist dabei doch nicht etwa weich, sondern bildet feste Felsen.

Also bei ungleichem Nebengestein gleiches Verhalten der Tuffgänge im ersten Beispiele; und bei gleichem Nebengestein ungleiches Verhalten der Tuffgänge, im zweiten Beispiele.

Noch weiter geht das bei anderen Tuffgängen, welche sogar in Form von seichten Vertiefungen als breite Rinnen am Gehänge herabziehen. So der erste Gang an der Gutenberger Steige No. 42. Dieser bildet in demselben harten Weiss-Jura β eine Vertiefung, in welchem andere als Erhöhung aufragen. Sodann der Gang im Elsachthale No. 58, der ebenfalls im harten β eine solche Rinne bildet. Ein wenig auch der im Riedheimer Thal No. 64, welcher vertieft zwischen dem harten δ-Felsen liegt. Das alles sind Gänge

am Steilabfalle der Alb. Gehen wir hinaus in das Vorland derselben. Dieses besteht vorwiegend aus weichen, thonigen Schichten, sowohl nahe der Alb im Braun-Juragelände, als auch ferner derselben, in dem des Lias. Vorwiegend ragt hier der Tuff in Form von Erhöhungen über sein jurassisches Nebengestein empor; aber es giebt auch Stellen, an welchen er, in ganz demselben Nebengestein, völlig eingeebnet ist.

DEFFNER's Gesetze. In Bezug darauf stellte nun DEFFNER [1] zwei Gesetze fest: Erstens zeigt er, dass die Meereshöhe dieser Bühle von S. nach N. abnimmt. Das ist eigentlich selbstverständlich, denn im S. erscheinen die Tuffe im hochgelegenen Weiss-Juragebiete; nördlich davon in dem schon weniger hochgelegenen des Braun-Jura; noch weiter nördlich in dem tiefst gelegenen des Lias. Fig. a lässt das erkennen.



Schematischer Durchschnitt v. Nord nach Süd, von Stuttgart bis Oberschwaben
Fig. a.

Das zweite Gesetz DEFFNER's lautet dahin, dass auch „die relativen Höhen der Bühle über ihrer Basis vom Grundgebirge" — mit anderen Worten, dass der Betrag, um welchen die senkrechten Tuffgänge bezw. Bühle über ihre jurassische Umgebung aufragen — ebenfalls von S. nach N. abnimmt und dass sie ganz im N. bereits völlig eingeebnet sind.

DEFFNER erklärt das dadurch, dass bei dem allmählichen Rückwärtsschreiten des Albrandes von N. gegen S., die Denudation im N. ja schon am längsten gewirkt habe. Daher müssten dort die Hervorragungen des Tuffes, die vulkanischen Bühle am niedrigsten sein. Das ist indessen ganz sicher ein Trugschluss. Gewiss ist das Gelände, je weiter nach N., seit desto längerer Zeit bereits denudiert. Aber das hat doch nicht nur die Tuffbühle betroffen, sondern ge-

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 38 u. 39.

nau ebenso auch ihr Nebengestein. Das gegenseitige Höhenverhältnis zwischen Tuffbühl und jurassischem Nebengestein kann daher durch die Zeitdauer der Denudation unmöglich beeinflusst sein. Das kann vielmehr nur geschehen dadurch, dass der Festigkeitsgrad, also die Widerstandsfähigkeit der Gesteine im N. und im S. verschiedene sind, und zwar entweder beim Nebengestein, dem Jura, oder beim Tuffe.

Wäre der Jura im S. weicher als im N., so müssten natürlich, gleiche Härte des Tuffes vorausgesetzt, die Tuffgänge im S. höher über ihre Umgebung hervorragen als im N. und sie könnten dann im N. vielleicht ganz eingeebnet sein. Aber das Nebengestein besteht gerade umgekehrt im S., am Steilabfalle der Alb, aus harten Weiss-Juragesteinen; im Vorlande aus weicheren, vorwiegend thonigen Braun-Jura- und Liasmassen. Innerhalb des Vorlandes aber wird der Unterschied in der Härte von S. nach N. kein wesentlicher sein.

Besteht also ein Unterschied in der Höhe, mit welcher unsere Tuffbühle über ihr Nebengestein emporragen, sind die Tuffgänge im N. eingeebnet und nehmen von da an gegen S. an Höhe zu, so könnte nur die Härte des Tuffes die Veranlassung davon sein. Im N. müsste er weniger hart sein als im S. Es liesse sich allenfalls eine Erklärung dafür finden.

Bei dem Ausbruche ist der Tuff, wie wir früher sahen, als lose Masse im Ausbruchskanale abgelagert worden. Noch lange Zeit hindurch hat er diese Eigenschaft beibehalten. Erst allmählich ist er zu einem festen Gestein cementiert worden, und zwar mit Hilfe des ihn stets durchtränkenden Wassers (S. 519). In den oberen Teilen der Röhre, so könnte man jene auffallende Thatsache erklären, ist die Cementierung im allgemeinen eine etwas stärkere gewesen. Daher also im S. am Steilabfalle der Alb und im Braun-Juragebiet festere Tuffe, welche aus ihrer Umgebung höher hervorragen. Weiter nach N., im Lias, kommen wir in die tieferen Teile der Röhren. In diesen herrscht ein geringerer Grad von Cementierung; daher also ihre geringere Widerstandsfähigkeit, also die geringere Höhe über ihrer Umgebung, bezw. ihre völlige Einebnung.

Nur auf solche Weise würde sich jenes Deffner'sche Gesetz erklären lassen. Aber besteht denn dieses Gesetz überhaupt? Ich glaube, es besteht gar nicht. Allerdings sind gerade die im N. gelegenen Tuffmassen meist eingeebnet. Aber das gilt auch von vielen weiter südlich gelegenen in ganz derselben Weise; die folgende Übersicht zeigt das an. Wie soll man überhaupt das Eingeebnet-

sein in diesem Falle begrifflich erklären? Gewiss ist ein Tuffgang ganz eingeebnet, wenn er inmitten einer geschlossenen Lias- oder Braun-Jurafläche liegt und dieselbe nicht überragt. Aber genau ebenso sind eigentlich alle diejenigen unserer richtigen Tuffbühle eingeebnet, welche in einem Thale liegen und dem Gehänge desselben als kugelknopfförmiger Berg entspringen, ohne jedoch oben die Plateaufläche zu überragen, wie Fig. 53 und 54 von der Seite und von vorn zeigen.

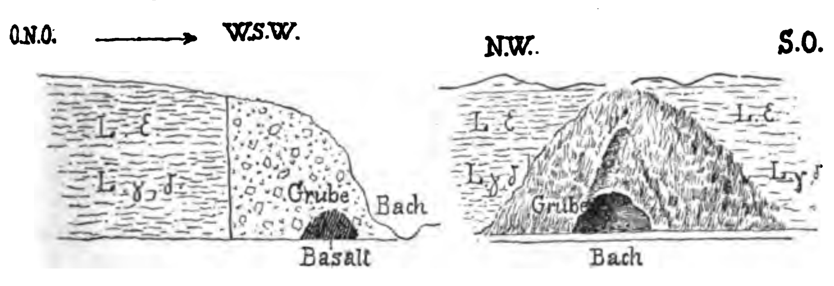


Fig. 53. Kraftrain. (v. W. herges.) Fig. 54.

Steht man im Thale, so hat man einen richtigen Tuffberg vor sich. Steht man dagegen oben auf der Fläche, in welche jenes Thal eingeschnitten ist, so ist keine Emporragung des Tuffes vorhanden. Das letztere aber ist doch das Entscheidende; denn wenn wir uns ein, inmitten einer Liasfläche liegendes, völlig eingeebnetes Tuffvorkommen denken und hart neben demselben sich ein Thal eingraben lassen, in welchem nun der Tuff am Gehänge als runder Vorsprung hervorragt, dann haben wir ja das Obige.

Es folgt aus dieser Darlegung, dass unter die eingeebneten Tuffvorkommen auch alle diejenigen einzubegreifen sind, welche in der geschilderten Art an den Gehängen der Thäler liegen, jedoch nicht über die Plateaufläche aufragen. Wenn wir nun diese Tuffgänge überblicken, so zeigt sich eine auffallend grosse Zahl. In der folgenden Tabelle habe ich solche in Thälern liegenden mit einem × versehen.

Die folgenden Tuffgänge sind ganz oder fast ganz eingeebnet:

			Tritt zu Tage aus
×	Scharnhausen	No. 124	Oberem Keuper
	An der Sulzhalde	„ 117	Lias α
	Am Kräuterbuckel	„ 116	„ β
×	Authmuthbölle	„ 115	„ β
	Höslinsbühl im Humphenthal	„ 118	„ β

			Tritt zu Tage aus
×	Am Scheuerlesbach	No. 123	Lias β—γ
×	Kraftrain	„ 76	„ δ—ε
	N. von Grossbettlingen, Scheidwasen	„ 114	„ ε
	S. von Kleinbettlingen, Hengstäcker	„ 112	Braunem Jura α
	Bölle bei Reudern	„ 90 u. 91	„ „ α
	Gaisbühl	„ 122	„ „ α
×	NW. von Kohlberg, Authmuthbach	„ 100	„ „ α
	Bettenhard bei Linsenhofen	„ 96	„ „ α
×	Am Ehnisbach	„ 80	„ „ α
	Käppele bei Dettingen	„ 88	„ „ β
	S.-Abhang des Käppele	„ 89	„ „ β
	An der Steige Bissingen-Ochsenwang	„ 82	„ „ β
	Bölle N. von Kohlberg	„ 99	„ „ β
	N. vom Hofbühl, im Hofwald	„ 105	„ „ β
	Schafbuckel	„ 119	„ „ β

Aus Obigem ergiebt sich das Folgende: Einmal ist die Zahl der Tuffgänge im Vorlande der Alb, welche sich nicht oder kaum in Gestalt von Erhöhungen über ihre Umgebung erheben, eine viel grössere als man denken möchte, da eben die Kegelberge sich in den Vordergrund drängen. Zweitens sind diese eingeebneten Gänge durchaus nicht auf die nördlichsten Gegenden unseres vulkanischen Gebietes beschränkt, sondern sie treten ganz unregelmässig verteilt im N. und im S. auf. Drittens erscheinen sie in zwar nicht festen aber doch immerhin hier härteren und dort etwas weicheren Schichten; und wenn wir die ganz im S. am Steilabfalle auftretenden eingeebneten, bezw. gar etwas vertieften hinzunehmen, sogar in harten.

Wenn wir aber die obige Liste überblicken, so zeigt sich, dass fast alle diese eingeebneten Tuffgänge zugleich auch mehr oder weniger bereits des aus Weiss-Juragesteinen bestehenden Schuttmantels beraubt sind. Falls das durch menschliche Kultur geschehen sein sollte, so würde natürlich kein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen vorhanden sein; denn innerhalb weniger Jahrhunderte, um die es sich hier nur handeln kann, wird ein vorhandener Tuffberg nicht durch die Denudation eingeebnet. Wenn aber hier der Schuttmantel bereits seit längeren Zeiten durch natürliche Kräfte aufgelöst und abgetragen sein sollte, oder falls er von Anfang an gefehlt haben sollte (S. 525) — was beides wohl die wesentliche Ursache seines Fehlens sein dürfte — dann muss ein Zusammenhang zwischen dem Fehlen des Schuttmantels und der Einebnung des Tuffberges vorhanden sein.

Dass nämlich eine auf dem Tuffe liegende Decke harter, ganz fest gepackter Kalksteine denselben vor der Abtragung und Wegschwemmung in hohem Masse schützen musste, liegt auf der Hand. Sie wirkte ebenso, wie ein aufgespannter Schirm bei Regen den Träger schützt. Eine ganz analoge Erscheinung bietet uns das interessante Vorkommen von Stubensandstein unter dem Basalt des grossen Gleichberges[1] bei Meiningen dar. Ringsherum sind auf weite Erstreckung hin die höheren Keuperstufen verschwunden. Nur am Gleichberg wurde durch den sich deckenartig darüber ergiessenden Basalt der Weisse Stubensandstein vor der Abtragung bewahrt und so erhalten. Es ist das ganz dieselbe Art und Weise, in welcher bei wagerechter Schichtenstellung Tafelberge sich bilden. So musste also der Schuttmantel unsere an sich schon widerstandsfähigen Tuffe noch widerstandsfähiger machen.

Die Denudationszeit ist mithin für die Einebnung der Tuffbühle ganz ohne Belang; die Härte des Nebengesteines ist ebenfalls nur von geringerem Einflusse. Die Entscheidung liegt vielmehr in der oft geringeren Härte des Tuffes selbst und in dem Fehlen eines Schuttmantels, welcher den Tuff schützt. Das Gesetz, welches Deffner annahm, besteht mithin nicht. Wir haben daher gar nicht nötig, zur Erklärung desselben anzunehmen, dass die tieferen Teile der Tuffgänge weniger stark cementiert seien als die höheren. Ein solcher Unterschied mag indessen vielleicht zu gunsten des alleroberstens Teiles der Tuffsäule, welcher im Weiss-Jura steckt, vorhanden sein. Hier finden sich zum Teil sehr harte, felsige Tuffe. Es kommen aber hier auch weichere vor. Ganz wie unten im Vorlande wechselt das also. Daraus folgt aber, dass ganz regellos manche der Tuffsäulen stärker cementiert wurden, manche schwächer, so dass denn bei dem Kampfe mit der Verwitterung der Tuff gegenüber den Juraschichten hier mehr, dort weniger im Vorteil ist, da sogar ein wenig den kürzeren ziehen kann.

Ich gebe zur Vergleichung nun die Namen derjenigen Tuffgänge, welche im Gegensatz zu den vorher betrachteten als Erhöhungen über ihre Umgebung aufragen.

---

[1] H. Bücking, Gebirgsstörungen und Erosionserscheinungen südwestlich vom Thüringer Walde. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt f. d. Jahr 1880. Berlin 1881. S. 104. Citiert aus Emmerich, Geologische Skizze der Gegend um Meiningen. Realschulprogramm, Meiningen 1873. S. 13.

Kegelförmige Bühle bilden die folgenden Tuffgänge:

		Tritt zu Tage aus
Ameisenbühl	No. 107	Lias γ, δ
Grafenberg	„ 108	Braun-Jura α
Kräuterbühl	„ 92	„ „ α
Egelsberg	„ 79	„ „ α
Dachsbühl bei Weilheim	„ 78	„ „ α
Nabel (wenig)	„ 81	„ „ α
Florian	„ 101	„ „ β
Metzinger Weinberg	„ 102	„ „ β
Hofbühl	„ 103	„ „ β u. γ
Häldele	„ 98	„ „ β
Dachsbühl bei Metzingen	„ 104	„ „ γ
Georgenberg	„ 121	„ „ γ
Limburg	„ 77	„ „ γ
Hahnenkamm	„ 83	„ „ γ
St. Theodor	„ 54	Ob. Braun-Jura
Bölle bei Owen	„ 49	„ „ „
Hohenbohl	„ 86	„ „ „
Rossbühl bei Brucken	„ 46	„ „ „
Sulzburg	„ 48	„ „ „
Engelberg	„ 94	„ „ „
Altenberg	„ 93	„ „ „
Karpfenbühl	„ 65	„ „ „
Jusi	„ 55	„ „ „
Conrads-Felsen	„ 47	Weiss-Jura γ, δ
Ulmereberstetten	„ 61	„ „ δ

Der grösste Teil dieser Bühle bezw. Felsennadeln ist durch das Vorhandensein eines schützenden Weiss-Juramantels ausgezeichnet. Wo ein solcher fehlt, wie z. B. bei dem Karpfenbühl No. 65, Conradsfelsen No. 47, Ulmereberstetter Felsen No. 61, da ist sicher die Härte des Tuffes ein allein genügender Grund der Entstehung dieser Emporragungen.

Specielle Denudationsreihe der Maare und Maartuffgänge.

A. Die Maare oben auf der Hochfläche der Alb.

I. Völlig unverletzte Maare.

Ein ganz typisches und zugleich völlig unverletztes Maar ist in unserem Gebiete nirgends mehr erhalten; kein Wunder bei der gewaltigen Länge der Zeit, welche seit ihrer Entstehung in mittelmiocäner Epoche vergangen ist. Wenn wir trotzdem aber noch eine ganze Anzahl recht gut erhaltener Maarkessel besitzen, bei welchen eine Verletzung nur in Form von Einkerbungen in der Kesselwandung

besteht, so ist das ein sprechender Beweis für die 1894 auf S. 531 dargelegte Ansicht, dass die Abtragung der Alb durch wagerecht wirkende Erosion unendlich langsam erfolgt, dass sie also wesentlich nur durch senkrecht wirkende sich vollzieht.

In gewissem Sinne könnte man vielleicht das Maar in der Torfgrube No. 35 hier nennen. Sein Rand ist wohl ziemlich unverletzt. Allein gerade deshalb, weil also nichts aus dem Innern des Maares herausgeführt werden konnte, ist dasselbe aufgefüllt worden, so dass es uns nun als ein flaches Becken erscheint, welches einem typischen, tiefen Maare nicht mehr ähnlich ist. Übrigens ist gewiss auch die Höhe des Randes, d. h. die Höhe des Plateaus, in welches dasselbe eingesprengt war, etwas erniedrigt; ganz ebenso wie beim benachbarten Randecker Maar No. 39 und anderen.

II. Etwas verletzte Maare.

Der Kessel ist noch deutlich zu erkennen. Aber in allen Fällen mag er wohl bereits weniger tief geworden sein, als das bei seiner Entstehung der Fall war: indem nämlich der Rand etwas abgetragen und das ihm Genommene in das Innere des Kessels geführt und dort angehäuft wurde. Ausserdem ist die Kesselwandung stets schon eingekerbt und zwar durch ein oder gar zwei Wasserläufe. Diese konnten eine Ausfüllung des Maarkessels beschleunigen, wenn sie nämlich nur Schutt in diesen hineinführten. Sie konnten aber auch den Kessel vor dem Ausgefülltwerden schützen, indem sie den von den Wänden hinabgespülten Schutt nach aussen abführten. Es konnte schliesslich auch beides stattfinden: eine Thalkerbe führt hinein in den Kessel, eine zweite an der entgegengesetzten Seite wieder hinaus aus demselben. In diesem Falle erscheint der ursprünglich runde Kessel nur noch wie eine längliche, beckenartige Erweiterung einer Thalbildung. Diese Fälle finden sich bei unseren Maaren verkörpert in der folgenden Weise:

a) Der Rand ist nicht mehr ganz vollständig erhalten; aber es ist doch nicht gerade ein ausgesprochenes Abflussthal in denselben eingesägt. Hierher könnte man vielleicht das Maar im Dorfe Erkenbrechtsweiler No. 30 stellen. Dasselbe ist klein, sehr flach, der Rand an verschiedenen Stellen verschieden hoch.

b) Ein ausgesprochenes Abflussthal ist in den Rand gesägt. Das finden wir bei verschiedenen Maaren, die im übrigen sehr schön und deutlich den Maarcharakter erhalten haben. So bei dem Maar von Hengen No. 13, welches nach SO. durch das tiefe

Haigerlochthal entwässert wird. Bei Dottingen No. 21, welches ebenfalls nach SO. eine schmale und flache Entwässerungsrinne besitzt. Bei Apfelstetten No. 22 wird der Maarkessel durch die nach SW. in das Heimthal ziehende Thalfurche geöffnet. Am Randecker Maar No. 39, dem grössten und schönsten von allen, hat sich der Zipfelbach eine tiefe Schlucht durch den nördlichen Rand gegraben. Genau ebenso verhält sich das Sternberger Maar No. 37, dessen Rand freilich ausserdem im O. schon sehr flach geworden ist. Ganz dasselbe Verhalten zeigt sich beim Maar mit dem Hofbrunnen No. 20, dessen auffallend typisch erscheinender, tiefer Trichter jedoch wohl in seiner jetzigen Tiefe nicht ursprünglich ist, sondern durch eben diese Entwässerungsrinne vertieft wurde.

Bei allen diesen ist eine ausgesprochene Thalrinne vorhanden, welche den Rand des Maares durchsägt. Dagegen finden wir bei anderen Maaren die ganze eine Seite des Randes abgetragen, so dass das Innere des Maares hier in ganzer Breite mit der Aussenfläche in Verbindung steht. Das ist z. B. der Fall bei dem Maar am Hengbrunnen No. 18, vielleicht auch bei dem südöstlich vom Engelhof gelegenen Maare No. 33. Hierher gehören aber auch die Maare, deren Ausbruchskanal mit Basalt anstatt mit Tuff erfüllt ist. Also dasjenige des Dintenbühl No. 36, dessen Kessel z. T. noch vorzüglich erhalten ist. Wohl auch dasjenige des Sternberg No. 37, vergl. darüber unter III, f. Hier könnte man auch das Basaltmaar des Eisenrüttel No. 38 nennen. Bei demselben ist die N.- und NW.-Seite des Walles bereits ganz verschwunden, so dass der Basalt hier in einer Ebene mit dem Weiss-Jura liegt. An der W.- und SW.-Seite aber sieht man noch die, wenn auch bereits etwas zurückgewichenen Höhen des Randes.

c) Ausser dem Abflussthale ist an der entgegengesetzten Seite auch eine Zuflussrinne vorhanden; doch kann dieselbe wasserlos sein. Das ist bei dem Maar von Wittlingen No. 14 der Fall; hier besitzt die Zuflussrinne keinerlei Bach, ist also nur durch Regenwässer seicht eingeschnitten. Weit stärker ist das ausgebildet bei dem Maare südlich von Hengen No. 15. Quer durch das ganze Maar läuft eine so tiefe Thalbildung, dass dieselbe bereits tief in die Tufffüllung des Ausbruchskanales eingekerbt ist und dieselbe aufschliesst. Dass ganz sicher hier ein Maar vorlag, beweisen die im geschichteten Tuff gefundenen Schnecken. Hier ist nun die Wandung des Kessels bereits sehr undeutlich geworden. Obgleich daher dieses Maar noch oben auf der Hochfläche der Alb



gelegen ist, bildet es doch schon den Übergang zu den am Steilabfalle derselben gelegenen, wie die Maare an der Wittlinger Steige No. 63 und an der Steige von Urach nach Hengen No. 62 im Zittelstadtthale.

d) Der Maarkessel bildet eine Ausbuchtung eines Erosionskessels. Der erstere ist also an einer Seite so weit geöffnet, dass er hier in einen grossen Erosionskessel übergeht. Als Beispiel nenne ich das Maar von Zainingen No. 8. Auch das Maar an der Viehweide No. 32 beginnt wohl bereits sich an einer Seite zu einem Erosionskessel zu erweitern, ist jedoch sonst noch sehr gut erhalten.

III. Die Maarkessel sind mehr oder weniger bis zur Unkenntlichkeit zerstört.

e) Der Maarkessel ist in einem grossen Erosionskessel verschwunden, welcher sich rings um denselben in der Hochfläche der Alb bildete. Derartiges muss notwendig der Fall sein bei den Maaren von Feldstetten No. 5, Böhringen No. 9, wohl auch Donnstetten No. 6, Würtingen No. 25. Bei Gross- und Kleinengstingen No. 28 und 29 dürften sogar zwei Maarkessel in einen gewaltigen Erosionskessel sich aufgelöst haben.

f) Der Maarkessel ist in anderer Weise eingeebnet. Sei es, dass er durch eingeschwemmte Massen aufgefüllt wurde, sei es, dass die Schicht, in welcher er eingesprengt war, in weitem Umkreise abgetragen wurde. So liegt das Maar von Grabenstetten No. 11 in einer Ebene mit Weiss-Jura ζ, und dasjenige von Hülben No. 12 mit ε. Ob hier vielleicht die Tuffmasse ursprünglich den Kessel fast bis zum Rande erfüllte, so dass von Anfang an gar kein oder doch nur ein flaches Becken vorhanden war? Das wäre sehr gut denkbar. Warum soll der Ausbruch in allen Fällen immer gerade dann schon beendet worden sein, wenn der Kanal noch lange nicht bis an seine Mündung mit Tuff erfüllt war, so dass nun ein tiefer leerer Explosionskessel übrig blieb. Derselbe kann ja auch einmal nur flach gewesen sein. Man sieht, dass man hier vor dem Übergange des echten Maares zu einem einfachen Tuffgange steht. Ich komme später noch darauf zurück. So denkbar das aber auch ist, das Auffinden von Versteinerungen im Tuffe solcher heut kessellosen, also eingeebneten Maare auf der Alb spricht doch dafür, dass auch hier einst ein Kessel vorhanden war, der später zerstört wurde.

So z. B. liegen die Dinge bei dem Maar von Sirchingen No. 23.

Auch hier ist der Boden des einstigen Kessels heute in einer Ebene mit dem umgebenden Weiss-Jura ε. Aber es haben sich über dem Tuffe tertiäre Süsswasserschnecken gefunden. Es war mithin hier ein See vorhanden, also auch eine Kesselbildung. Der Tuff kann demzufolge hier niemals die Röhre bis an den oberen Rand hin erfüllt haben. Ebenso mag es auch in den oben erwähnten Maaren No. 11 und 12 gewesen sein. Gewiss sind noch an vielen Stellen beweisende Versteinerungen im Tuffe vorhanden, nur bisher nicht gefunden.

In diese Abteilung gehört noch eine ganze Anzahl von Maaren: Dasjenige von Laichingen No. 1, welches nur nach der W.-Seite hin noch einen Rest des alten Maarrandes erkennen lässt. Das Auffinden tertiärer Schnecken und sogar Säugetiere im Tuffe beweist auch hier unwiderleglich, dass einst ein See, also ein Maarkessel vorhanden war, obgleich man so gut wie nichts mehr von demselben bemerkt. Genau dasselbe gilt von dem Maar von Feldstetten No. 5, welches sich im übrigen zu einem grossen Erosionsthale erweitert hat, also in dieser Hinsicht zu Abteilung e gehört. Das Maar am Mönchberge No. 10 ist vielleicht auch hierher zu rechnen; falls nämlich der dort stehengebliebene Teil der Wand des Kessels wirklich ein solcher ist und nicht etwa derjenige eines Erdfalles. Die Maare von Gruorn No. 17 und Ohnastetten No. 24 schliessen sich ebenfalls hier an. Nach N. hin steht der Boden dieser Dörfer mit der Weiss-Jurafläche im selben Niveau, nach S. hin dachen sie sich dagegen ab. Dieser nach S. abgedachte Teil der Dörfer führt Tuff; es ist daher im N. noch ein Teil des alten Maarrandes, wenn auch im bereits abrasierten Zustande, erhalten. Ganz eingeebnet im ζ liegt das einstige Maar von Auingen No. 19.

g. Der Kopf des Maartuffganges beginnt bereits als kleine Erhöhung sich über die Erdoberfläche zu erheben. Hier ist nicht nur der Kessel völlig abgetragen, sonder aus dem ehemaligen Boden desselben ragt der Kopf des tufferfüllte Ausbruchskanales bereits in Form einer winzigen oder etwas grös-seren Erhebung hervor. Es ist also auch bereits das, diesen Tuff gang umgebende Nebengestein in seinen oberen Schichten fortgefüh worden.

Auf der Alb ist diese Erscheinung sehr selten. Sie stellt un das am weitesten vorgeschrittene Erosionsstadium dar, welches wi oben auf der Hochfläche finden. Hierher gehört vielleicht das Ma von Würtingen No. 25, dessen Tuff bereits als winziger Buckel empo

ragt. Sonst aber und in stärkerem Masse ist das nur noch bei dem einstigen Maar bei der Teckburg No. 34 erfolgt; dort bildet der Tuff bereits eine auf allen Seiten vom Tuff befreite merkliche Erhebung, wie Fig. 8 vorne S. 222 zeigt.

B. Die Vorkommen am Steilabfalle der Alb und im Vorlande derselben.

In dieser Abteilung finden wir die mannigfachsten Stadien der Denudation, zugleich aber auch die deutlichsten herrlichsten Aufschlüsse, welche uns völlig sicheren Einblick in die bisher in der Geologie noch völlig unbekannten unterirdischen Verhältnisse der Maare gestatten.

I. Noch deutlich erkennbare Maare mit angeschnittener und zugleich bis in die Seele hinein aufgeschlossener, senkrechter Tuffsäule des Ausbruchskanales. Hierher gehören alle die Maare, welche zwar noch oben auf der Hochfläche der Alb liegen, jedoch nicht mehr wie die bisherigen im Innern derselben, landeinwärts, sondern hart am Steilabfalle. Nur die nach der Innenseite zu gelegene Hälfte der Weiss-Jurawand des Kessels und Ausbruchskanales hängt hier noch mit der Alb zusammen. Die nach der Aussenseite zu gelegene der Kesselwand ist dagegen[1] durch den mehr und mehr rückwärts schreitenden Steilabfall bereits senkrecht abgeschnitten und das Abgeschnittene in die Tiefe gestürzt. Man findet daher die Tufffüllung des Kanales blossgelegt. Aber nicht nur das, sondern meist auch hat sich in diesen Fällen schon ein tiefes Thal in die Seele dieser Tuffsäule eingefressen, so dass letztere bis in das innerste Mark hinein ausgefurcht und freigelegt ist.

Hierher gehören auf der Randecker Halbinsel 4 Maare. Zunächst dasjenige von Randeck No. 39. Hier beginnt erst der Aufschluss an der Nordwand sich zu bilden. Trotzdem aber ist derselbe schon weit genug gediehen, um die Verhältnisse dieses Maares zum Schlüssel für alle anderen unserer Maare und Tuffgänge zu machen. Er entblösst uns im Ausbruchskanale von oben nach unten das folgende Profil:

Jungmiocäne Süsswasserschichten.
Geschichteter Tuff mit mittelmiocänen[2] Schnecken.
Massiger Tuff.
Basaltgang im Tuff.

---

[1] Unter Aussenseite ist also die, in das nördliche Vorland der Alb schauende zu verstehen; unter Innenseite die nach rückwärts, nach S., SO., SW. gerichtete.

[2] s. später „Das Alter der Tuffe".



In einem fast gleichen Erosionsstadium befindet sich der vierte Gang, bezw. das oberste Maar an der Gutenberger Steige No. 45. Zwar der Maarkessel ist nicht so gross und nicht so schön erhalten wie bei Randeck. Aber er ist doch deutlich zu erkennen, und wie dort, so ist auch hier seine nördliche Umwallung durch eine nach N. hinabziehende Thalbildung zertrümmert. Wie dort ist durch diese Thalfurche der in die Tiefe hinabsetzende Tuffgang des Maares angeschnitten und in einem, bis jetzt noch wenig breiten, Streifen blossgelegt. Wie dort, so tritt auch hier aus diesem letzteren der Kopf eines Basaltganges zu Tage. Endlich, wie sicher beim Randecker Maare neben der Erniedrigung des Randes doch auch wieder eine Vertiefung des Kessels eingetreten ist[1], so ist das auch hier, aber schon in viel stärkerem Masse erfolgt.

Schon wesentlich weiter vorangeschritten ist der senkrechte Aufschluss in den beiden dicht nebeneinander gelegenen Maaren bei der Diepoldsburg No. 40 und dem Engelhof No. 41. War dort vielleicht nur ein Achtel des ganzen Umfanges abgeschnitten und freigelegt, so hier bereits fast die Hälfte desselben, und zwar die nach W. gerichtete. War ferner dort das Thal erst in die Tuffsäule des Ausbruchskanales leicht eingeritzt, so ist es hier quer durch den ganzen Durchmesser derselben hindurchgefressen, so dass es an der Innen-, der Albseite, bereits bis nahe an die Weiss-Jurawand hin einschneidet. Auf fast demselben Standpunkte befindet sich das Maar nördlich von Erkenbrechtsweiler No. 31, welches der Erkenbrechtsweiler Halbinsel angehört.

Abermals einen Schritt weiter gediehen ist der Aufschluss bei dem zweiten Gange an der Gutenberger Steige No. 43. Noch stehen oben die senkrechten δ-Felswände des Kanales, welcher hier den Körper der Alb durchsetzt und bis hinab in die Sohle des Lenninger Thales aufgeschlossen ist. Die ganze SW.-Wand dieser Weiss-Jura-röhre ist hier in breiter Scharte durch die Thalbildung weggebrochen; vom obersten δ an bis hinab in das unterste β. Ein grosser Teil des Tuffes ist aber durch diesen breiten, wohl an 200 m hohen Schlitz auch bereits aus dem Kanale herausgewaschen worden. Treten wir daher durch die Scharte (das von NO. nach SW. ziehende Nebenthal des Lenninger Thales) in das Innere des Ganges ein, so stehen wir bald in der Seele der langen, weiten Röhre. In dieser Achse

[1] Dass durch das Zipfelbachthal bereits Tuff aus dem Innern des Kessels herausgeschafft wurde, beweist wohl die unregelmässige Lage der Schichten.

des Ganges ist der Tuff am tiefsten erodiert; ringsum, nach den Wänden der Röhre hin, steigt er an. Es ist das ein ganz grossartiger Aufschluss, zugleich ein so günstiger, weil hier das Gelände im Kanale, der durchfurchte Tuffboden desselben, wenig durch Wald verhüllt wird, sondern als Acker benutzt ist.

Wiederum etwas weiter vorgeschritten ist die Entschleierung bei zwei in der Nähe von Urach, im SO. der Stadt, gelegenen grossen Maaren: Dasjenige an der Steige von Urach nach Böhringen No. 62 und das an der Steige nach Wittlingen gelegene No. 63. In beiden Fällen läuft die Steige in Windungen quer durch den Tuffkanal hindurch. Die Thalbildung aber durchschneidet hier wie dort nicht den Gang, sondern sie hat sich im Kontakte durchgefressen; also zwischen der südlichen Wand der Röhre und der Tufffüllung derselben. Namentlich bei dem ersterwähnten Maare No. 62 an der Steige Urach-Böhringen ist das der Fall, wie Fig. 38 zeigt. Wir haben also hier einen den Gang quer durchfurchenden und einen an seiner südlichen Aussenseite dahinlaufenden Anschnitt. Bei dem an der Wittlinger Steige gelegenen fallen dagegen beide mehr zusammen; doch besteht auch hier wie dort der Unterschied, dass die Steige mehr in höherem Niveau, die Thalsohlbildung auch in tieferem den Gang anschneidet. In diesen beiden Fällen erfolgt der Aufschluss durch die Thalbildung an der S.-, z. T. auch der W.- und O.-Seite der Tuffsäule. Letztere steckt also noch mit der N.-Seite in dem, den Weiss-Jura durchbohrenden Kanale drinnen.

Dass diese beiden Tuffgänge nichts anderes sind als die in die Tiefe führenden Röhren zweier Maare, welche letzteren noch vor geologisch kurzer Zeit oben an der Oberfläche der Alb mündeten, ist völlig klar. Gleichsam als wollte die Natur das ausdrücklich beweisen, hat sie jedem dieser beiden Maartuffgänge sein Vergangenheitsbild in nächste Nähe gerückt: Dem Gange an der Steige Urach-Böhringen No. 62 das Maar von Hengen No. 13, welches nur $2^1/_2$ km östlich von ihm auf der Hochfläche der Alb liegt. Dem Gange an der Wittlinger Steige No. 63 das Maar von Wittlingen No. 14, welches sogar noch nicht 1 km östlich von demselben entfernt auf der Hochfläche erscheint. Genau so wie diese beiden Maare No. 13 und 14 heute noch aussehen, so haben vor geologisch kurzer Zeit unsere beiden Maartuffgänge No. 62 und 63 ausgeschaut. Und so wie letztere heute erscheinen, so wird umgekehrt in geologisch kurzer Zeit die Erscheinungsweise der beiden Maare No. 13 und 14 sein.

II. Maar-Tuffgänge, durch den Steilabfall senkrecht angeschnitten. Maarkessel zerstört. Die Analogie mit den vorher geschilderten Gängen fordert gebieterisch, dass wir auch diese Gänge als in die Tiefe führende Ausbruchskanäle einstiger Maare auffassen, wenn auch hier der einstige Maarkessel bereits derart zerstört ist, dass wenig oder nichts mehr von ihm übrig blieb. Hierher gehören die Gänge No. 51 an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler, sowie No. 52 und 53 an derjenigen von Neuffen nach Hülben bezw. Urach, wie Fig. 22 zeigt. Für die am Steilabfalle sich emporwindende Steige ist durch senkrechten Abstich Platz geschaffen. Etwa auf dem letzten Viertel des Aufstieges zeigt die senkrechte Wand uns diese Tuffgänge, welche zwischen den jäh abbrechenden Weiss-Jura-Schichten saiger in die Tiefe setzen.

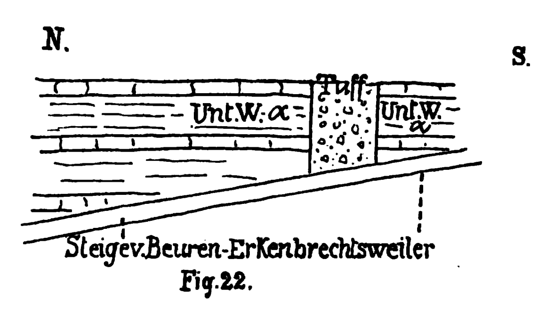


Fig. 22.

Auch bei Urach der Gang im Elsachthale No. 58 und der im Mohrenteich No. 59 stehen auf ähnlicher Stufe.

Noch einen Schritt weiter geht die Erosion bei den Tuffgängen, welche das folgende Verhalten zeigen, wie es durch Fig. 48 und 49 zum Ausdrucke gelangt (S. 663 u. 664).

Am Fusse des Steilabfalles der Alb, aber auch irgend eines anderen Thalgehänges im Gebiete des Braun-Jura oder Lias, springt ein Berg in das Thal hinaus. Derselbe ist im Umrisse einem kugelförmigen Knopfe gleich, vergl. Fig. 43 auf nächster Seite. Aber nicht dieser ganze Vorsprung besteht aus Tuff. Zwar der Gipfel ist nur aus vulkanischem Gesteine gebildet. Weiter abwärts aber zieht sich dieses nur in der Mittellinie als ein breiter Streifen Tuff bis zur Thalsohle hinab. Rechts und links ist derselbe hier von geschichtetem Gebirge flankiert.

In diesen Fällen sitzt also der Tuff noch mit der Rückseite völlig in seinem Ausbruchskanale drinnen. Auf der rechten und linken Seite dagegen sind die Wände dieser Röhre bereits in

den oberen Teilen der Tuffsäule ganz von letzterer abgeschält, so dass hier dieselbe frei als Gipfel aufragt. Im unteren Teil dagegen umgeben sie noch den Tuffgang. An der Vorderseite schliesslich ist die Wand der Röhre bereits bis auf die Thalsohle hinab von der Tuffmasse abgeschält; offenbar darum, weil hier, auf der in das Thal hinein schauenden Seite, die Erosion schon am längsten gearbeitet hat.

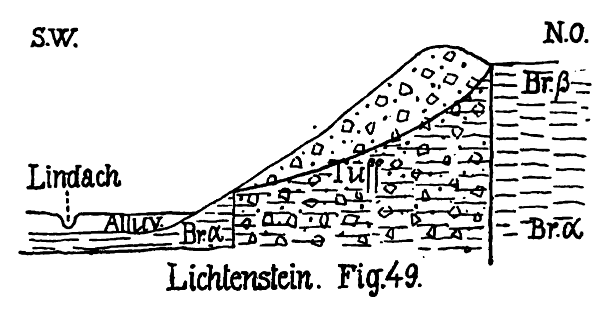
Fig. 48.
Lichtenstein v. d. Neidlinger Str. aus gesehen (v. S.W. her)

Selbstverständlich wirkt die Erosion an jedem der Berge wieder in etwas anderer Weise. Der Typus der Erscheinung ist aber doch ein und derselbe. Man gewinnt zunächst den Eindruck, als habe man einen kegelförmigen Berg vor sich, dessen untere Hälfte aus Jura, dessen obere aus aufgelagertem Tuff besteht. Jedoch in der Weise, dass die Auflagerungsfläche eine schiefe auf uns zulaufende Ebene ist. Es ist, als wenn von einem ursprünglich nur aus Jura bestehenden Kegelberge, Fig. 49, die Kuppe und die in das Thal schauende Flanke durch einen schrägen, von hinten-oben nach vorne-unten geführten Schnitt abgehoben und nun das Beseitigte wieder durch Tuff ersetzt sei. So verhalten sich, mehr oder weniger, die Tuffgänge des Lichtenstein No. 71, Kräuterbühl Nr. 92, Egelsberg No. 79, Metzinger Weinberg No. 102, Georgenberg No. 121, Kugelbergle am Ursulaberg No. 69.

Wiederum einen kleinen Schritt vorwärts auf dem Wege zum selbständigen Bühl ist die folgende Form geschritten, welcher z. B. der Bürzlenberg No. 68 angehört. An seiner vorderen und linken

westlichen Seite ist er ganz freigelegt; mit der Rückseite und zum grossen Teil auch der rechten, östlichen sitzt er noch im Weiss-Jura drinnen, wie Fig. 43 S. 665 zeigt.

Auch hier hat der Berg noch ganz die allgemeine Gestalt eines kugelknopfförmigen Auswuchses am Thalgehänge.



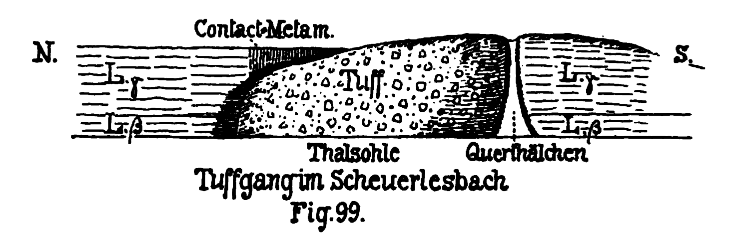
Lichtenstein. Fig. 49.

Eine weitere Denudationsform, wiederum etwas vorangeschritten, ist die folgende.

Hier ist der Tuffgang nicht nur an seiner vorderen, sondern auch an der rechten und linken Seite bis auf die Thalsohle hinab aus dem jurassischen Schichtgebirge herausgeschält; nur noch mit der Rückseite steckt er völlig in letzterem drinnen. Drei Viertel vom Umfange der Ausbruchsröhre sind hier also bereits bis auf die Thalsohle hinab zerstört.

Wir können hier zwei Unterabteilungen unterscheiden:

a. Die am Gehänge scheinbar angelagerte Masse liegt demselben nur in Gestalt eines flachen Belages an, weil die Tuffmasse des Ganges an der vorderen, ins Thal hineinspringenden Seite bereits stark abgetragen ist. Fig. 99.



Tuffgang im Scheuerlesbach
Fig. 99.

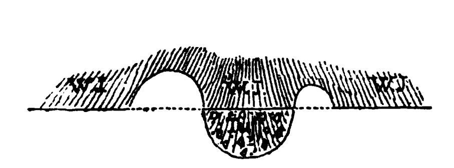
Hierher gehören der Gang im Scheuerlesbach No. 123, der Gang am Authmuthbache, nordwestlich von Kohlberg No. 100, der Gang in der Sulzhalde No. 117, derjenige bei Scharnhausen No. 124.

b. Die am Gehänge scheinbar angelagerte Tuffmasse quillt, ähnlich wie bei Fig. 43 auf nächster Seite in Form eines kugelknopf-

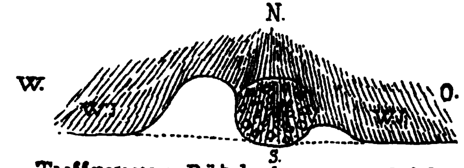
artigen Vorsprunges ins Thal hinein. So verhält sich der Kraftrain No. 76. Oder er springt wie bei dem Jusi No. 55 ausnahmsweise in Gestalt eines dreieckigen Vorsprunges hinaus.

Hierher gehören ferner der Burrisbuckel No. 97, der Metzinger Weinberg No. 102, der Hofbühl No. 103, der Florian No. 101, der Georgenberg No. 121, welche sämtlich Braun-Juragehängen und Zungen entspringen; oder der Bürzlenberg No. 68, welcher auf solche Weise dem Steilabfalle der Alb entquillt. Auch das Authmuthbölle No. 115 springt auf solche Weise aus dem durch Unteren Lias gebildeten Gehänge hervor.

Gleichviel nun, ob der Tuff mehr in Form eines flacheren Belages (a) oder in der eines kugelknopfförmigen Berges auftritt, stets lehnt er sich hier also an den Steilabfall der Alb oder an die Wände der in den Braun-Jura oder Lias eingeschnittenen Thäler. Stets entsteht hier im Beobachter die Frage, ob er nicht doch etwa nur eine an das Gehänge angelagerte Tuffmasse vor Augen habe. Leicht lässt sich jedoch nachweisen, dass das nicht der Fall ist, dass überall Tuffgänge rundlichen Querschnittes vorliegen, welche den Jura senkrecht durchsetzen. Man vergleiche Fig. 42 und 43.



Verhalten einer angelagerten Tuffmasse
Fig. 42



Tuffgang am Bützlesberg, zugleich:
Verhalten einer eingelagerten Tuffmasse
Fig. 43.

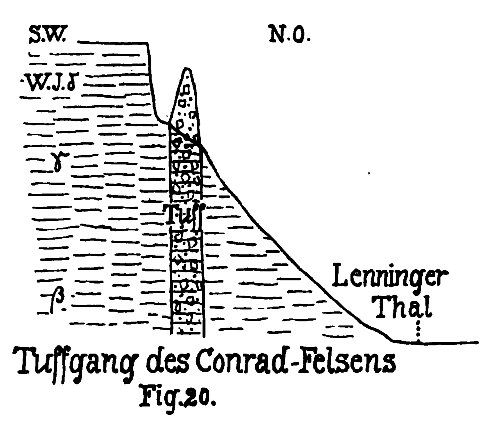
Ist die Tuffmasse nur angelagert, so müssen die beiden rechts und links derselben sich bildenden Wasserläufe sogleich in den hinter dem Tuffe stehenden Jura einschneiden. Der Kugelknopf besteht dann nur in seiner vorderen Hälfte aus Tuff, in der hinteren aus Schichtgebirge. Auch kann das vulkanische Gestein nur vor, d. h. ausserhalb der ehemaligen Grenze der Bergwand liegen (Fig. 42).

Bildet der Tuff dagegen einen Gang, so besteht der Kugelknopf vorn und hinten aus Tuff; und letzterer kann ganz innerhalb der Grenze der ehemaligen Bergwand auftreten (Fig. 43).

Wenn nun der Tuffgang auch noch an der Rückseite aus dem Juragebirge herausgeschält ist, dann finden wir eine abermalige,

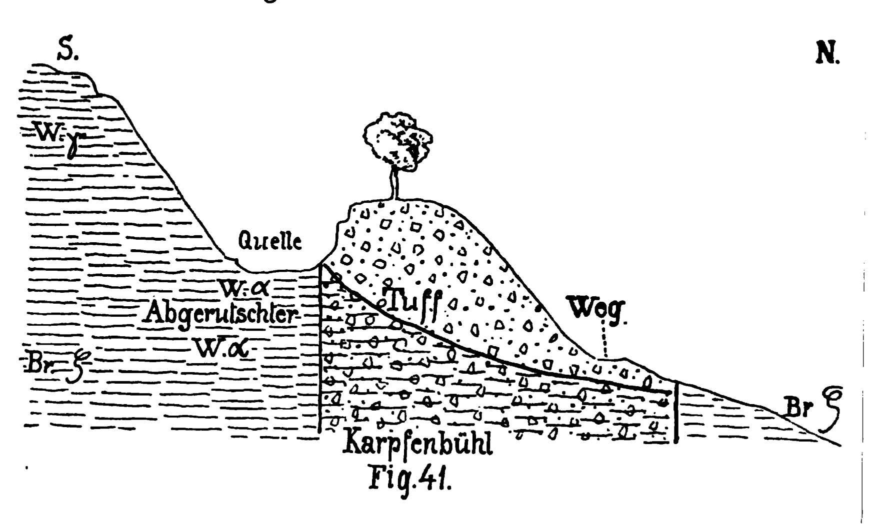
ganz anders aussehende Erosionsform. Jetzt ist eine vom Nebengestein ganz losgelöste Tuffsäule entstanden. Damit beginnt die Bildung selbständiger Tuffkegel, der Bühle. Wir können vier verschiedene Arten dieses Stadiums unterscheiden, je nach der Entfernung des Tuffbühls von der Alb.

a. Die Säule, denn es ist noch kein echter Bühl geworden, befindet sich noch mehr oder weniger dicht am Steilabfalle der Alb. Fig. 20 giebt ein Bild dieser Verhältnisse.



Tuffgang des Conrad-Felsens
Fig. 20.

Hierher gehören der Tuffgang des Conradsfelsens No. 47, welcher als unersteigliche Nadel hart am Steilabfalle der Alb auf-



Karpfenbühl
Fig. 41.

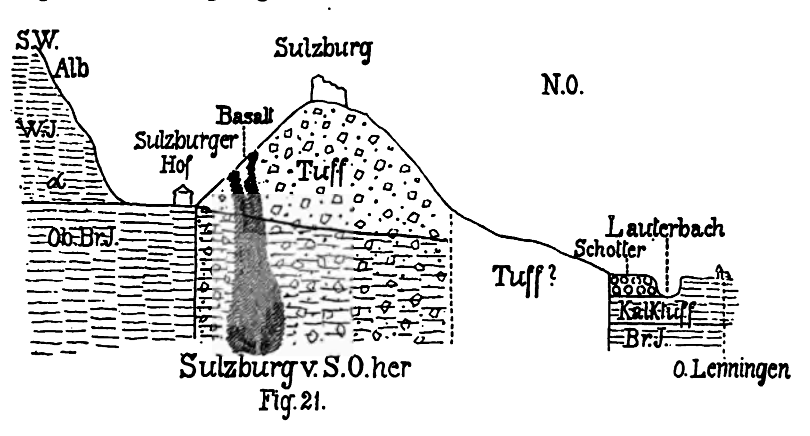
ragt. Ferner der ebenso auftretende, nur weniger hohe Tuffgang bei Ulmereberstetten No. 61. Endlich aber auch der, allerdings

fast ganz abrasierte Gang im Buckleter No. 57, welcher sich ebenfalls am Steilabfalle der Alb erhebt, jedoch nur ganz wenig über die steile Ebene des Hanges hervorragt.

b. Durch das Rückwärtsschreiten des Steilabfalles bereits etwas mehr von demselben entfernt, an seinem Fusse aufragend, finden wir ein weiteres Erosionsstadium. Hier ist der Bühl, der kegelförmige Berg schon mehr oder weniger deutlich erkennbar (Fig. 41).

So verhalten sich der Karpfenbühl No. 65, das Kugelbergle am Ursulaberg No. 69, der Hahnenkamm No. 83, der Hohenbohl No. 86, auf dem Bürgli No. 84, das Bölle bei Owen No. 49, der St. Theodor No. 54.

c. Ähnlich weit oder auch noch etwas weiter vom Gehänge entfernt sind dann Tuffgänge, welche sich in Form eines kegelförmigen Berges mitten aus einem Thale erheben, welches in die Alb einschneidet, also noch innerhalb derselben liegt. So verhält sich der Gang des Sulzburgberges No. 48.



Sulzburg v. S.O. her
Fig. 21.

d. Endlich finden wir den Tuffgang als vereinzelt aufragenden Berg draussen im Vorlande der Alb. Hier können wir abermals verschiedene Erosionsabarten unterscheiden.

α) Die Erosion hat nicht auch in den Jura eingeschnitten: Der Bühl ist also nur durch Tuff gebildet. Das ist eine seltene Erscheinung, welche in typischer Reinheit wohl gar nicht vorkommt. An irgend einer Seite hat wohl fast immer die Erosion auch schon in den Jura eingeschnitten. Der Dachsbühl bei Metzingen No. 104 wäre hier vielleicht zu nennen.

β) Die Erosion hat bereits tief in den Jura eingeschnitten: Der Bühl besteht hier in seinem Sockel aus Braun-Jura oder Lias

und nur in seinem Gipfel aus Tuff. Das ist die gewöhnliche Erscheinungsform. Ich nenne als Beispiele nur den Grafenberg No. 108 und die Limburg No. 77.

γ) Der Tuff ist noch durch einen mächtigen Weiss-Juraschuttmantel mehr oder weniger ganz verhüllt. Kegel dieser Art bilden einen Übergang zu den basalttuffähnlichen Bildungen unseres Gebietes, bei welchen sich das Dasein des Tuffes unter der Schuttdecke weder durch Aufschluss noch durch andere Kennzeichen verrät.

Hierher gehören der Tuffgang des Kugelbergle am Ursulaberg No. 69, also noch am Steilabfalle der Alb gelegen. Der Tuff tritt hier wenigstens an einer Anzahl von Stellen zu Tage. Ferner der im Vorlande sich erhebende Doppelkegel des Engel- und Altenberges No. 94 und 93. Nur am S.-Abhange des letzteren schaut der Tuff verstohlen aus der Schuttdecke an einer kleinen Stelle hervor; beim Altenberg dagegen ist er völlig verhüllt, kann also nur vermutet werden. Auch der Tuffgang des Hahnenkamm No. 83 am Steilabfalle der Alb verhält sich ähnlich; doch soll hier Tuff ganz sicher unter dem Kalkschutte gefunden worden sein.

δ) Der Tuff ist schon mehr oder weniger dieses Mantels beraubt, wie z. B. in hohem Masse bei allen eingeebneten Vorkommen (S. 652), welche eben z. T. deswegen eingeebnet sind, weil ihnen der Schutz des Mantels fehlt.

Diese letzte Erosionsform dieser Tuffkegel ist also eine mehr oder weniger negative: Die Tuffmasse erhebt sich nur wenig oder gar nicht über ihre Umgebung.

Das gilt von der Gegenwart. Es wird aber auch für die nächste Zukunft Geltung besitzen, solange und soweit nämlich in die Tiefe hinab die Ausbruchskanäle noch mit Tuff erfüllt sind. Stets wird wohl hier, bei weiter fortschreitender Abtragung der Erdoberfläche, der des schützenden Schuttmantels beraubte Tuffgang mehr oder weniger eingeebnet bleiben. Sowie aber später einmal diese Tufffüllung der Kanäle in noch grösserer Tiefe ihr Ende finden und einer festen, basaltischen das Feld räumen wird, muss abermals die alte Erscheinungsform aufragender Felsennadeln und kegelförmiger Berge Platz greifen. An Stelle der 121 Tuffgänge bezw. Bühle werden sich dann ebensoviel Basaltbühle erheben; vielleicht schon aus triassischem Gebiete, vielleicht auch erst aus noch tieferem.

Das scheint mir eine bedeutungsvolle Lehre zu sein, welche uns unser vulkanisches Gebiet von Urach giebt. Bisher meinte

man, solche Basaltberge[1] seien der aus dem Aschenkegel herausgeschälte innere Kern von auf die Erdoberfläche aufgeschütteten Vulkanbergen. Unser vulkanisches Gebiet von Urach liefert nun den Beweis, dass primäre Basaltkuppen sehr wohl auch mit ehemaligen Maaren in Zusammenhang gestanden haben können; dass sie die aus mehr oder weniger grosser Tiefe der Erdrinde herausgeschälte Füllmasse von Maarkanälen rundlichen Querschnittes sein können. Von Kanälen, welche der Basalt entweder bis nahe an die Erdoberfläche hin erfüllte oder in welchen er Hunderte von Metern tief unter einem Pfropfen von Tuffbreccie sass, nach dessen Abtragung er enthüllt wurde.

Doch noch ein weiteres Zukunftsbild ergiebt sich bei weiterer Abtragung für unser Gebiet. Es ist früher dargelegt worden, dass die zahlreichen Ausbruchskanäle unseres Gebietes zwar anscheinend ganz selbständig, ohne das vorherige Bestehen von Spalten, durch die Erdrinde hindurch geblasen zu sein scheinen; dass dagegen in verhältnismässig geringer Tiefe unter der Erdoberfläche vermutlich eine grosse Höhlung von 37 und 45 bezw. 30 km Durchmesser bestand, von welcher dieselben ausgingen. Der diese Höhlung damals erfüllende Schmelzfluss musste nach seiner Erstarrung eine entsprechend grosse kuchenförmige Masse bilden. Wenn daher dereinst die Abtragung bis auf diese hinabgegriffen haben wird, so muss dann an Stelle der 127 einzelnen kleinen Basaltberge ein einziger gewaltiger Basaltberg herausgeschält werden.

Somit ergiebt sich uns von oben nach unten die folgende, dreifach mögliche Denudationsreihe, wenn wir uns die Erdrinde durch ungefähr wagerechte Schnitte mehr und mehr abgetragen denken:

	Entweder[2]	Oder[3]	Oder[4]
Über der ursprünglichen Erdoberfläche	1) Aschenkegel 2) Basaltberg		Erdoberfläche
Unter der ursprünglichen Erdoberfläche	3) Basaltberg	1) Maare 2) Kleine Basaltberge 3) dto. 4) Gewaltige Basaltmasse	1) Maare 2) Kleine Tuffberge 3) Kleine Basaltberge 4) Gewaltige Basaltmasse

[1] Natürlich soweit sie ursprüngliche, primäre Kuppen sind und nicht etwa sekundär aus einer Basaltdecke durch Erosion herausgearbeitete.

[2] Im Gebiete von Urach nicht vorhanden.

[3] u. [4] Im Gebiete von Urach vorhanden.

Das Alter der vulkanischen Ausbrüche im Gebiete von Urach.

Graf Mandelsloh; O. Fraas; Quenstedt; Klüpfel; Deffner; Endriss, Versteinerungen des Maares von Randeck No. 39. Pompeckj, Versteinerungen des Maares S. von Hengen No. 15. E. Fraas, Reste von Böttingen No. 3. Koch, Schnecken und Säugetiere des Maares von Laichingen No. 1. Schnecken in anderen Tuffvorkommen unseres Gebietes. Die Entstehung der Maare und die Ausfüllung ihrer Ausbruchskanäle mit Tuff fällt in eine ältere Zeit als die obermiocäne, in welcher sich in diesen Maaren Süsswasserschichten absetzten.

Die erste Bestimmung des Alters der vulkanischen Ereignisse in unserem Gebiete erfolgte wohl durch Graf Mandelsloh[1] im Jahre 1834. Er führt nämlich an, dass der Süsswasserkalk von Böttingen No. 3 von dem vulkanischen Tuffe gänzlich in seiner Lagerung gestört und bedeckt worden sei. Da nun dieser Süsswasserkalk dieselben Versteinerungen wie Steinheim führe, so müsse der Tuff jünger sein.

Leider ist diese Lagerung jetzt nirgends mehr zu beobachten; es ist auch gar nicht ersichtlich, wo in Böttingen je ein Aufschluss gewesen sein sollte, an welchem man die Schichtenstörung, totalement altéré sagt Mandelsloh, beobachten konnte. Eine Überlagerung des Süsswasserkalkes durch Tuff liess sich ja durch Brunnengrabung feststellen, nicht aber ebensogut eine Störung der Lagerung des Kalkes. Mir will daher diese Angabe, oder besser gesagt Mandelsloh's Schlussfolgerung, doch als sehr fraglich erscheinen.

Einmal, weil sie dem an anderen Maaren unseres Gebietes Beobachteten widerspricht; denn in diesem liegt der Tuff unter den Süsswasserschichten, nicht über denselben.

Zweitens, weil sich leicht eine andere Erklärung für jene Schichtenstörung finden lässt, welche in einem Brunnen beobachtet sein mag. Bei Betrachtung des Randecker Maares No. 39 und anderer ist gezeigt worden, wie die Ablagerungen von Tuff und Süsswasserschichten vom Rande, bezw. inneren Gehänge des Maarkessels aus allmählich nach der Mitte hin abrutschen. Dadurch werden nicht nur die Schichten zu einem mehr oder weniger steilen Einfallen gebracht, sondern es kann auch sehr leicht Tuff vom Rande aus auf die in der Tiefe des Kessels liegenden Süsswasserschichten abrutschen. Das kann sich schliesslich mehrmals wiederholen, so

[1] Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg. Stuttgart 1834. S. 39.

dass dann bei einer Brunnengrabung an solcher Stelle gestörte Lagerungsverhältnisse und Überlagerung des Süsswasserkalkes durch Tuff sich ergeben.

In dritter Linie aber scheint mir MANDELSLOH's Behauptung, dass der Tuff zu Böttingen die Süsswasserschichten durchbrochen habe, also jünger sei als diese, unglaubwürdig, aus einem palaeontologischen Grunde. Herr Professor E. FRAAS besitzt nämlich, wie ich einer freundlichen Mitteilung entnehme, *Helix rugulosa* aus dem vulkanischen Tuffe von Böttingen. Das ist eine untermiocäne Art, welche mithin gerade umgekehrt wie MANDELSLOH will, für den Tuff auf ein höheres Alter hinweist, als den Süsswasserschichten zukommt.

Auch in einer späteren Arbeit, aus dem Jahre 1842, kommt MANDELSLOH auf das Alter des Ausbruches bei Böttingen No. 3 zurück. Die im vulkanischen Tuffe gefundenen Süsswasser- und Landconchylien, *Helix*, *Planorbis*, *Lymnaea*, lägen, wie er sagt, einzeln und nicht etwa mit ihrem Muttergestein, dem Süsswasserkalk verwachsen, im Tuffe. Aus diesem Verhalten zog er abermals den irrtümlichen Schluss, dass die basaltischen Ausbrüche auf der Alb zu einer Zeit vor sich gingen, in welcher sich die Tertiärbildung des Süsswasserkalkes schon niedergeschlagen hatte[1].

Weitere, genauere Anhaltspunkte gab dann O. FRAAS im Jahre 1888[2]. Bei Gelegenheit der Aufnahme von Blatt Kirchheim u. T. hatte er mit DEFFNER in dem Basalttuffe des Randecker Maares eine Anzahl von Schnecken und in der Blätterkohle Pflanzen und Insekten gefunden. Auf Grund dieser bestimmte er das Alter als ein miocänes.

Bald darauf, 1861, that QUENSTEDT[3] zweier Pflanzen aus dem Randecker Maare Erwähnung und hob hervor, dass dieselben auf ein der Öninger Stufe gleiches Alter hindeuten.

Im Jahre 1865 untersuchte KLÜPFEL[4] die Flora aus der Papierkohle des Randecker Maares genauer. Er kam zu dem Ergebnis, dass von dieser Flora gewisse Formen, wie *Leonathus (Cinnamomum) polymorphus* und *Juglans bilinica*, Leitpflanzen für das ganze Tertiär wären. Dass dagegen *Populus mutabilis* und *Podogonium Lyellianum* (*Gleditschia podocarpa*) „für das oberste Tertiärgebilde“ kennzeichnend

[1] Amtlicher Bericht über die 20. Vers. d. Ges. deutscher Naturf. und Ärzte zu Mainz 1842. Mainz 1843. S. 123—124.

[2] Diese Jahresh. Jahrg. 14. S. 42.

[3] Epochen der Natur. 1861. S. 739.

[4] Diese Jahresh. 1865. S. 152—156.

seien. Gemeint ist mit diesem Ausdrucke jedenfalls die Stufe von Öningen. Jener Ausdruck „das oberste“ Tertiär darf daher nicht etwa wörtlich als jungpliocän verstanden werden, sondern soll jedenfalls bedeuten: Das oberste Tertiär in Schwaben, also die Oeninger Stufe.

Noch später fasste dann DEFFNER diese Beobachtungen KLÜPFEL's zusammen und veröffentlichte einen Auszug aus dem Kataloge der Sammlung im Mineralienkabinet zu Stuttgart. Ich gebe DEFFNER's Worte wieder und bemerke nur, dass auch hier der Ausdruck „jüngstes Tertiär“ offenbar nicht wörtlich, sondern so zu verstehen ist, dass die Öninger Stufe gemeint wird. DEFFNER sagt über diese Erfunde im Randecker Maar[1] das Folgende:

„Man findet Pflanzen, Insekten und Schnecken, die zwei ersteren in den Dysodilgebilden, die letzteren hauptsächlich in den verstürzten gelben Basalttuffen, welche in Blöcken am Abhang gegen Hepsisau liegen. Unter den Pflanzen herrscht die Baumform vor, und unter diesen ist einer der häufigsten ein immergrüner Zimt- oder Kampferbaum, *Ceanothus*, dessen nördlichste Grenze als Waldbaum seiner Zeit an dieser Lokalität erreicht war, und dessen nächste Verwandte gegenwärtig in Japan leben. In nahezu gleicher Menge erscheint ein Nussbaum, *Juglans bilinica.* Weidenblätterige Eichen, eine nordamerikanische Form, treten ebenfalls in grosser Zahl auf. Dazwischen mischen sich der Ahorn, die Weide, die Pappel, die Ulme, Wegdorn und Pflaumenarten, wohl meist aussereuropäische Formen. Von grösster Bedeutung für die Feststellung des Alters jener Flora ist aber ein Gleditschie, *Podogonium*, welche nach HEER auf ein noch wärmeres Klima als der Zimtbaum hinweist. Sie findet sich gleichfalls in Öningen und ist eine sichere Leitpflanze für das oberste Tertiär, wodurch nicht allein diese Ablagerung, sondern auch sämtliche übrigen vulkanischen Bildungen dieses Gebiets in jene Epoche verwiesen werden. Wir sehen somit am Schluss der Tertiärzeit hier unter einem gemässigt tropischen Klima, wie es gegenwärtig den subtropischen Inseln eigen ist, eine reiche Waldvegetation südlicher Formen einheimisch, welcher wohl eine ebenso reiche Fauna entsprochen hat. Von dieser haben sich freilich bis jetzt nur einige Insekten und Schnecken gefunden, und die Säugetiere und Amphibien, welche in diesem Becken nicht fehlen können, warten noch ihrer Aufdeckung. Doch bestätigen Insekten und Schnecken das warme

[1] Begleitworte zu Blatt Kirchheim. S. 31.

Klima. Unter den ersteren sind es besonders zwei Arten von Termiten, jene alles zernagenden Ameisen der tropischen Länder, welche den analogen Nachweis hierfür liefern. Die übrigen gehören hauptsächlich den Geschlechtern der Libellen, Schnecken, Wespen, Wanzen und Aaskäfer an. Die gefundenen Schnecken, sämtlich Landschnecken, finden sich alle auch in den tertiären Kalken der Zwiefalter Alb wieder. Auffallend ist, dass nur die kleinen Formen der in jenen Kalken vorkommenden Gattungen sich bei Randeck finden. Unter den bis jetzt gefundenen organischen Resten sind nach dem Kataloge der vaterländischen Sammlung im Stuttgarter Kabinet anzuführen die unten folgenden Arten.“

Ich gebe nun in folgendem aber nicht das Verzeichnis, wie es Deffner abdruckt, sondern das etwas veränderte und vervollständigte, welches Endriss [1] veröffentlicht. Dieser hat nämlich in sehr richtiger Weise die Versteinerungen, welche in den Mergelschiefern und der Blätterkohle gefunden wurden, getrennt von denjenigen, welche im Tuffe selbst liegen. Gesammelt wurden dieselben von O. Fraas in der Zipfelbachschlucht in verstürzten Blöcken. Auch Endriss fand am Hohberg zwei Arten ebenfalls in verrutschtem Tuffe. In beiden Fällen handelt es sich also nicht etwa um Versteinerungen, welche der Tiefe des Tuffganges entstammen, sondern nur um solche, welche den obersten, geschichteten Lagen des Tuffes, unter jenen Tertiärschichten, angehören (s. vorne S. 235).

Versteinerungen des Tuffmaares von Randeck No. 39.

a. Versteinerungen der Mergelschiefer und der Papierkohle.

Pflanzen.

Ceanothus polymorphus Al. Braun.
Podogonium Knorrii Al. Braun.
„ *Lyellianum* Heer.
Acer trilobatum Stbg.
Quercus sp.
Salix varians Göp.
Ulmus Braunii H.
Sapindus falcifolius H.
Planera Ungeri H.
Ziziphus tiliaefolius H.
Andromeda protogaea Ung.
Diospyros lancifolia H.
Prunus sp.
Colutea antiqua H.
Bambusium sp.
Smilax sp.
Pinus palaeostrobus H.
Taxodium dubium H.
Diatomaceae.

Insekten.

Libellula doris H.
„ *Eurynome* H.
„ *Thoë* H.
„ *Calypso* H.
Forficula primigenia H.
Emathion sp.
Chironomus sp.
Tipula sp.

[1] Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. Bd. XLI. 1889. S. 118.

Mycetophila antiqua H.
„ *nigritella* H.
Sciara sp.
Bibio obsoletus H.
Scolia sp.
Bombus grandaevus.
Sarcophaga sp.
Protomya jucunda H.
Byrrhus Oeningensis H.
Lina populeti H.
Cleonus sp.
Apion sp.
Coccinella sp.
Haltica sp.
Formica macrocephala H.
Formica occultata H.
„ *heraclea* H.
„ *orbata* H.
Termes (*Entermes*) *pristinus* Chasp.
„ *obscurus* H.
„ *insignis* H.

Crustaceen.

Cypris sp.

Schnecken.

Limnaeus sp.
Planorbis cornu Brongt.
Helix sp.
Ancylus deperditus Desm.

b. Versteinerungen im Tuffe.

Helix orbicularis Klein.
„ *phacodes* Thomae (Untermiocän).
„ *involuta* Thomae („).
„ *crebripunctata* Thomae.
„ *subnitens* Klein.
Helix pachystoma Klein.
Clausilia antiqua Schübl. (Unter- und Obermiocän).
Cyclostoma (Tudora) conium Klein.

Während nun Deffner auf Grund dieser Versteinerungen dem Ausbruche im Randecker Maare ein obermiocänes Alter gab, gelang es Endriss, Gründe zu finden, welche dem Tuffe ein höheres Alter als jenen Mergelschichten zusprechen. Er macht geltend, dass von den im Tuffe gefundenen Arten *Helix phacodes* und *Helix involuta* auf das Untermiocän verweisen. Auch *Clausilia antiqua* liegt in der Gegend von Ulm, bei Ermingen, in entschieden untermiocänen Schichten; aber sie kommt auch im Steinheimer Becken zusammen mit *Helix sylvana* Klein und den anderen obermiocänen Formen vor. *Clausilia antiqua* ist also nicht entscheidend. *Cyclostoma conicum* begleitet bei Zwiefalten *Helix sylvana*, ist also obermiocän. Somit ergiebt sich, wie Endriss ausführt, gegenüber dem obermiocänen Mergelschiefer für den unter ihm liegenden Tuff eine zwischen Ober- und Untermiocän vermittelnde Stellung.

Ein glücklicher Zufall hat es gefügt, dass nun auch in dem Maar S. von Hengen No. 15 sich Versteinerungen im Tuff gefunden haben (s. vorne S. 201). Der betreffende Block lag ganz in der Tiefe des die Tuffmasse durchfurchenden Thales, war aber ebenfalls zweifellos von der Höhe herabgestürzt[1]. Die rotgelbe Farbe verneinte ohne

[1] Leider verhindert der die Höhe bedeckende Wald weitere Funde.

weiteres seine Zugehörigkeit zu dem dunkelgrauen Tuffe, welcher dort, wie allerwärts, in der Tiefe der Tuffgänge ansteht und verwies ihn auf die Höhe.

Herr Dr. POMPECKJ, welcher diese von ihm und Präparator KOCHER gefundenen Reste bestimmte, hatte die Freundlichkeit, hierzu die folgenden Angaben und Erläuterungen niederzuschreiben:

„Versteinerungen des Tuffes im Maare von Hengen No. 15.

1. Gastropoda.

Helix rugulosa MART.

QUENSTEDT, Gasteropoden. p. 41. Taf. 186 Fig. 48, 51.

Es liegen 8 Stücke vor, welche z. T. beschalt sind.

Hel. rugulosa gehört dem Untermiocän an.

Helix homalospira REUSS.

SANDBERGER, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. p. 429. Taf. XXIV Fig. 6.

Ein fast vollkommenes Exemplar (ohne Mundrand) und zwei beschalte Bruchstücke liegen vor.

Untermiocän.

Helix (Trigonostoma) cf. *involuta* THOMAE.

[Vergl. SANDBERGER, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. p. 376, 377, und 584. Taf. XVII Fig. 17.]

5 Exemplare, welche in ihrer Form fast vollkommen mit der von SANDBERGER gegebenen Abbildung übereinstimmen; nur erscheint der letzte Umgang bei den vorliegenden Stücken etwas stärker gewölbt und der Nabel ein wenig enger als bei *Hel. involuta.*

Die Bezeichnung „zitzenförmig“, welche SANDBERGER für den ersten Umgang der *Hel. involuta* anwendet, trifft für die vorliegende Form nicht zu, die SANDBERGER'schen Figuren lassen übrigens eine Zitzenform des ersten Umganges auch nicht erkennen. Die Skulptur besteht aus sehr dicht gestellten, fast senkrechten „Anwachsrippchen“, welche bereits auf dem zweiten Umgange Platz greifen, nicht, wie bei *Hel. involuta,* erst auf dem dritten. Die Skulptur ist am stärksten auf der Oberseite der Windungen, auf der Aussen- und Unterseite derselben sind die Anwachsrippchen schwächer ausgebildet. Wärzchen und in schrägen Kreuzlinien geordnete Haargruben, welche nach SANDBERGER *Hel. involuta* kennzeichnen, fehlen hier.

Die Mundöffnung ist ausgebildet und gestellt wie bei *Hel. involuta.*

Hel. involuta ist dem Untermiocän von Hochheim, Tuchořic, Ulm, Wiesbaden, Hochstadt etc. eigen.

Eine von SANDBERGER (l. c. p. 584) als var. *scabiosa* von *Hel. involuta* unterschiedene Varietät aus den obermiocänen Kalken mit *Hel. sylvana* und *Melanopsis Kleini* und im Basalttuff von Hepsisau entfernt sich von der vorliegenden Art noch mehr als die Grundform. *Hel. involuta* var. *scabiosa* SANDB. hat wenigere, breitere Anwachsrippen, welche durch pockenähnliche Auftreibungen unterbrochen sind.

Archaeozonites cf. *Haidingeri* REUSS sp.

[Vergl. SANDBERGER, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. p. 443. Taf. XXIV Fig. 26.]

Ein Exemplar mit Schale, ohne Mundrand.

Die Skulptur und die Kantung der Umgänge ist vollkommen die des *Archaeoz. Haidingeri*; doch ist letztere Art ein wenig niederer als das vorliegende Stück und der Nabel ist bei *Archaeoz. Haidingeri* auch ein wenig weiter als bei unserer Art.

Archaeoz. subangularis REUSS sp. [SANDBERGER l. c. Taf. XXI Fig. 15] ist ungefähr ebenso hoch, wie das vorliegende Exemplar, aber es fehlt die deutliche Kante der Umgänge.

Archaeoz. Haidingeri REUSS sp. gehört dem Untermiocän an.

Hyalinia cf. *orbicularis* KLEIN sp.

[Vergl. SANDBERGER, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. p. 603. Taf. XXIX Fig. 28, 29.]

Zwei Exemplare stimmen in ihrer äusseren Form am besten mit dieser KLEIN'schen Art überein. Die Umgänge sind durch tiefe Nähte getrennt; besonders tief ist die Naht zwischen dem letzten und vorletzten Umgange, so dass die inneren Umgänge gleichsam in den letzten Umgang etwas eingesenkt erscheinen. Der Windungsanfang tritt in Zitzenform hervor, und zwar deutlicher, als es bei den citierten Figuren SANDBERGER's der Fall ist.

Die schwache Einsenkung der inneren Umgänge in den letzten erinnert an *Helix inflexa* KLEIN sp., doch fehlen auf den Schalenresten der vorliegenden zwei Stücke die für *Helix inflexa* charakteristischen Haargruben; die Skulptur besteht vielmehr nur aus sehr feinen Anwachsstreifen. Bündelung der Anwachsstreifen, wie SANDBERGER sie für *Hyal. orbicularis* erwähnt, zeigen die vorliegenden Exemplare nicht; SANDBERGER's Zeichnungen lassen dieselbe übrigens auch nicht deutlich erkennen.

Hyal. orbicularis Klein sp. gehört dem Obermiocän, den Kalken mit *Helix sylvana* an.

Clausilia sp. nov. indet.

5 Stücke. Die vorliegende Art weicht von allen bekannten Clausilien durch das stärkere Dickenwachstum der letzten (unteren) Umgänge ab, wodurch gegenüber der hohen Kegelform der übrigen Clausilien mehr eine Keulenform erzeugt wird. Die Mündung fehlt.

Am nächsten steht wohl die untermiocäne *Clausilia antiqua* Schübl., mit welcher die vorliegende Art die Skulptur gemeinsam hat.

Es liegen ferner noch 6 Bruchstücke einer grösseren schlankeren Clausilienart vor, welche aber, da die Schale fehlt, kaum zu bestimmen sind.

Tudora (Cyclostomum) conica Klein sp.

Klein, Conchylien der Süsswasserkalkfauna Württembergs. Diese Jahresh. 1853. p. 217. Taf. V Fig. 14.

Sandberger, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. p. 607, 608.

20 Exemplare dieser in den obermiocänen Kalken mit *Helix sylvana* und *malleolata* häufigen Art liegen vor.

2. Plantae.

Grewia crenata Ung. sp.

Eine Frucht aus dem Tuff des Maares südlich von Hengen stimmt vollkommen mit mehreren vorliegenden Früchten dieser Art aus dem Untermiocän von Tuchořic bei Saatz (Böhmen) überein. *Grewia crenata* ist besonders häufig, sogar vorherrschend, im Untermiocän des Hohen Rhonen [Sandberger l. c. p. 470]."

„Nach dem Obigen gelangen wir zu dem folgenden Ergebnisse:

Sicher untermiocänen Alters sind:

Helix rugulosa Mart.

„ *homalospira* Reuss.

Grewia crenata Ung. sp.

An untermiocäne Arten schliessen sich an:

Helix (Trigonostoma) cf. *involuta* Thomae.

Archaeozonites cf. *Haidingeri* Reuss sp.

Clausilia sp. (aus der Verwandtschaft der *Claus. antiqua*).

Sicher obermiocänen Alters ist:

Tudora (Cyclostomum) conica Klein sp.

An obermiocäne Arten schliesst sich an:

Hyalinia cf. *orbicularis* Klein sp."

So weit Herr Dr. POMPECKJ. Dieser kommt also für das Maar S. von Hengen No. 15 nicht nur zu einer Bestätigung dessen, was ENDRISS zuerst für dasjenige von Randeck No. 39 geltend machte, sondern sein Ergebnis verschärft die Sachlage noch bedeutend. Während ENDRISS im Tuffe des Maares von Randeck unter 8 obermiocänen Schneckenarten deren zwei feststellte, welche dem Untermiocän angehören, und eine dritte, welche in beiden Stufen vorkommen soll, finden wir im Maar S. von Hengen No. 15 unter ebenfalls 8 Arten deren 3, welche untermiocän sind und weitere 3, welche sich untermiocänen Arten anschliessen[1].

Nun beachte man aber noch, wie sich die Erfunde in beiden Maaren ergänzen. Nicht etwa sind hier wie dort die untermiocänen Arten dieselben, sondern ENDRISS hat im Maar von Randeck zwei ganz andere untermiocäne Arten gefunden, wie POMPECKJ in demjenigen S. von Hengen. Dadurch erlangen diese Feststellungen ein noch höheres Gewicht.

Wie schon eingangs besprochen (s. S. 671) hat E. FRAAS im Tuffe eines dritten Maares, Böttingen No. 3, ebenfalls eine untermiocäne Art, *Helix rugulosa*, gefunden. ENGEL dagegen[2] fand in demselben Tuffe die obermiocäne *Helix sylvana*, welche auch QUENSTEDT anführt[3] und gleichalterige Pflanzen.

Noch ein viertes Maar hat Versteinerungen ergeben, dasjenige von Laichingen No. 1[4]. Vor 20 Jahren hat dort Dr. KOCH, jetzt Direktor der Irrenanstalt in Zwiefalten, gesammelt, und nicht nur Schnecken, sondern auch Reste von Säugetieren gefunden. Letztere sind ganz besonders hervorzuheben, da Laichingen die einzige Örtlichkeit ist, welche bisher Knochen von Säugern geliefert hat. Über die näheren Verhältnisse der Fundstätte, deren Mitteilung ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Direktor KOCH verdanke, habe ich vorne auf S. 187 berichtet.

Die sehr wichtige Frage, ob diese Reste aus dem eigentlichen vulkanischen Tuffe oder aus den darüber liegenden Süsswasserschichten stammen, lässt sich nach dem noch anhängenden Gesteine wohl dahin beantworten, dass letzteres der Fall ist. Es ist ein hell-

---

[1] Eine dieser drei letzteren, *Clausilia* aff. *antiqua*, weist zwar auf unter- und obermiocänes Alter.

[2] Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart 1883. S. 278 No. 2.

[3] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 19.

[4] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren. S. 14.

gelber Süsswasserkalk, welcher einzelne Quarzkörner enthält. Dazu gesellen sich freilich einige grünliche Stückchen, welche zersetzter Olivin zu sein scheinen und etwas Magneteisen. Allein diese beiden Mineralien können leicht vom inneren Gehänge des Maarkessels in das Wasserbecken gelangt sein; sie beweisen also nicht etwa, dass ein völlig zersetzter Tuff vorliegt, welcher in diesem Zustande allerdings auch eine solche hellgelbe Farbe besitzen kann. Von den Schnecken liegen leider nur Steinkerne vor. QUENSTEDT hat dieselben, wie unten folgt, bestimmt. Über die Säugetiere hat er sich mit kurzen Worten[1] geäussert. Herr Dr. SCHLOSSER hatte die Güte, dieselben durch Vergleichung mit Münchener Material für unsere Sammlung in unten folgender Weise zu bestimmen, soweit das eben bei zum Teil mangelhafter Erhaltung möglich war.

Versteinerungen der Süsswasserschichten des Maares von Laichingen No. 1.

Schnecken.

Helix sylvestrina } vorherrschend.
„ *inflexa* }
„ *carinulata* KLEIN } wohl nicht ganz sichergestellt.
„ *Ehingensis* KLEIN }
Clausilia antiqua, ziemlich häufig.
Pupa Nördlingensis KLEIN, fraglich.
Melanopsis praerosa, ein Steinkern.

Säugetiere.

Aceratherium incisivum CUV. sp. Obere D^3 und D^4. Astragalus, Radius.
„ *incisivum?* Unterer Molar, Metatarsale II und IV.
„ sp. Unterer Praemolar[1], Lunare, Scaphitoid, Calcaneus, Tibia?, zwei Halswirbelstücke, Rippe.
Aceratherium? Sesambein.
Listriodon splendens H. v. MEYER. Oberer Eckzahn mit daransitzendem Praemolar. Astragalus und Phalangenende, Humerus. Oberer Molar, Unterer Molar[1] u. [3], drei Incisivi.
Amphicyon cfr. *major* BLAINV. Metatarsale II, III, IV. Cuboideum, Naviculare. Astragalus. Scapholunare, Pisiforme, Endphalange, Phalangen (5 Stück).
Amphicyon sp. *(major?)*. Unterer Molar[2], Eckzahn. Oberer Molar.
„ sp. (sehr fraglich).
Anchitherium Aurelianense CUV. sp. (Oberkiefergebiss). Unterer Molar[2]. Rechter Humerus. Metatarsale III.
Anchitherium (Aurelianense?). Incisivus. Teil vom Becken.
Dicroceras (Palaeomeryx) furcatus HENS. sp. Acht Zähne, Scapula, Calcaneus (3 Stück), Phalange (I. Reihe), Cuboscaphoid, Astragalus (2 Stück), Humerus. Vier Geweihstücke.

[1] s. vorige Anmerkung.

Palaeomeryx eminens H. v. Mey. Calcaneus, Phalange I. Reihe. Drei Astragali.
" sp. (*Bojani* H. v. Mey. oder *Kaupi* H. v. Mey.). Zwei Phalangen; Pyramidale.
Palaeomeryx sp. (??).
Unbestimmbarer Suide, Hauer.
Testudo antiqua H. v. Mey. 4 Stück.
Emys? oder *Testudo?* nicht direkt bestimmbar. Ob *Emys striata?* sehr fraglich.

Die obigen, in den Süsswasserschichten des Maars von Laichingen gefundenen Säugetiere gehören ausnahmslos solchen Arten an, welche auch in Steinheim vorkamen. Beide Ablagerungen sind also gleichalterig und es frägt sich nur, welchen Alters sie sind. O. Fraas[1] stellt Steinheim in das Langhien, so dass diese Fauna älter als diejenige von Öningen und der ihr gleichalterigen des Randecker Maars sein würde, welche dem Tortonien angehört.

Auch O. Böttger[2] kommt auf Grund der Untersuchung einer Anzahl von Landschnecken des Steinheimer Beckens zu der Ansicht, dass dieselben wesentlich an mittel- und untermiocäne Arten erinnern. Er folgert daher ebenfalls, dass die Fauna von Steinheim (mithin auch diejenige von Laichingen No. 1), wenigstens zum Mittelmiocän, nicht aber, wie Sandberger will, zum Obermiocän zu rechnen sein dürften.

Bei der Eigenartigkeit unserer vulkanischen Bildungen und bei dem Eintagsleben, welches denselben allem Anschein nach nur beschieden gewesen sein kann, werden wir für alle ein gleiches Alter annehmen dürfen. Man wird daher gedrängt zu der Annahme, dass der Ausbruch des Maares von Laichingen sich nur kurze Zeit vor der Erfüllung des letzteren mit Süsswasserschichten ereignete; wogegen bei denjenigen des Maares von Randeck längere Zeit verstrich, bevor sich die, dem jüngeren Alter von Öningen angehörenden Süsswasserschichten über ihm absetzten. Nur auf solche Weise würden wir ein gleiches Alter für beide Ausbrüche erhalten. In der That haben ja auch die Untersuchungen von Endriss ergeben, dass der Randecker Tuff wesentlich älter sein muss als die der Etage von Öningen angehörenden Süsswasserbildungen über demselben. Es ist daher der zweite Teil der obigen Annahme überhaupt bewiesen und der erste Teil, dass bei Laichingen verhältnismässig bald nach dem Ausbruche eine Erfüllung des Kessels mit Wasser stattfand, ist so wenig ein gewagter, dass wir die obige Folgerung in der That werden ziehen dürfen.

---

[1] Die Fauna von Steinheim. Stuttgart 1870. S. 54.
[2] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1877. S. 79 u. 80. Briefliche Mitteilung.

Ausser den genannten 4 Orten haben dann noch die folgenden drei Maare Reste von *Helix* ergeben: Magolsheim No. 4, Apfelstetten No. 22, Sirchingen No. 23[1]. Leider ist die Art aber nicht feststellbar gewesen, so dass wir von diesen Örtlichkeiten hinsichtlich der Altersbestimmung unserer vulkanischen Ausbrüche ganz absehen müssen. In Wittlingen No. 14 fand ich in frischem Brunnenauswurfe zwar Süsswasserkalk, als Zeichen, dass auch hier einst ein Maarsee bestand, aber in demselben keinerlei Schalen, s. S. 588.

Fassen wir nun das Ergebnis dieser verschiedenen Untersuchungen zusammen, so gelangen wir zu den folgenden Schlüssen:

Die Süsswasserschichten in dem Maare von Randeck No. 39 gehören der Stufe von Öningen an, sind also obermiocänen Alters. Die Süsswasserschichten in dem Maare von Laichingen No. 1 erweisen sich durch ihre Säugetiere[2] als gleichalterig mit Steinheim, sind mithin älter und dem Mittelmiocän bezw. dem ältesten Obermiocän zuzurechnen[3].

Die obersten Lagen des unter diesen Süsswasserschichten liegenden vulkanischen Tuffes bergen in den Maaren von Randeck No. 39, S. von Hengen No. 15 und Böttingen No. 1[4] Schnecken, welche teils für das Ober-, teils für das Untermiocän kennzeichnend sind.

Die vulkanischen Ausbrüche, bezw. die Entstehung dieser, und damit sicher wohl aller unserer Maare, gehören mithin nicht genau derselben Altersstufe an, wie jene Süsswasserschichten. Sie nehmen vielmehr, wie Endriss zuerst für das Randecker Maar nachwies, eine vermittelnde Stellung zwischen dem Unter- und dem Obermiocän ein. Wie viel älter dieselben gegenüber jenen Süsswasserschichten sind, lässt sich natürlich auf Grund der bisher vorliegenden Reste nicht genau sagen. Da ich jedoch in dieser Arbeit einen bestimmten Ausdruck für dieses Alter notwendig gebrauche, so will ich dasselbe als Mittelmiocän bezeich-

---

[1] Begleitworte zu Blatt Blaubeuren S. 17 und zu Blatt Urach S. 14.

[2] Auch die Schnecken widersprechen dem nicht, sind jedoch nur in Steinkernen vorhanden.

[3] Vergl. den Schluss dieses Abschnittes.

[4] Ob auch in Böttingen Süsswasserschichten über dem Tuffe auftreten, ist unbekannt.

nen. Es soll damit aber nur ausgedrückt werden, dass die Entstehung unserer Maare und ihrer Tuff- und Basaltgänge in eine immerhin ältere Zeit fällt als das Obermiocän.

Über die Frage selbst, ob man Öningen und Steinheim besser in das Ober- oder in das Mittelmiocän stellen müsse, soll damit nichts ausgesagt sein. Die Ansichten über die Abgrenzung von Mio- und Pliocän gehen ja weit auseinander. Wer die Faunen von Eppelsheim, Pikermi, Mont Lébéron u. a. als Unterpliocän betrachtet, für den gehören diejenigen von Steinheim, Nördlingen, Öningen, Engelswies u. s. w. dem Obermiocän an. Wer dagegen Eppelsheim, Pikermi, Mont Lébéron als obermiocänen Alters ansieht, muss jene letzteren bereits in das Mittelmiocän einreihen, wodurch natürlich auch das Alter der tiefer liegenden Meeres- und der Unteren Süsswassermolasse in eine entsprechend tiefere Stufe gerückt wird. Das ist Ansichtssache.

Teil III.

Allgemeines über Tuffe und Maare. Vergleichung der Tuffe im Gebiete von Urach mit solchen an anderen Orten der Erde.

Das Verschiedenartige in den Lagerungsverhältnissen und der äusseren Erscheinungsweise vulkanischer Tuffe im allgemeinen.

Die verschiedenen Arten von Tuffen: Trockentuffe, Wassertuffe, Sedimenttuffe, umgelagerte Tuffe, Tuffite, Tuffoïde, Schlammlava aus vulkanischem Tuff, Schlammtuffe. Dreifache Entstehungsweise von Schlammtuffen durch Regen, Ausbruch von Kraterseen, schmelzenden Schnee und Eis, auf Java, Island, in Südamerika. Beschaffenheit der Schlammtuffe, Temperatur derselben, Dicke, organische Reste. Der Peperin. Beschaffenheit. Entstehungsweise. Erklärungsversuch.

Die Tuffe der vulkanischen Gruppe von Urach weichen in Bezug auf ihre gangförmige Lagerung in höchstem Masse von dem ab, was wir als das Regelrechte bisher kennen. Es ist auch bei der oft verhältnismässig geringen Grösse des Durchmessers ihrer Ausbruchsröhren und angesichts der, bis zu mindestens 600 m Tiefe hinabreichenden Erfüllung dieser letzteren durch Tuff schwer, sich eine völlig klare, ganz befriedigende Vorstellung von dem Vorgange dieser Füllung zu machen. Es ergiebt sich drittens als die schliessliche, wohl einzig mögliche Lösung dieser Frage gerade eine solche, welche man anfänglich für unwahrscheinlicher als andere halten möchte. In Anbetracht dieser Umstände war eine möglichst eingehende Prüfung aller einschlägigen Verhältnisse nötig. Eine Betrachtung der verschiedenen Arten vulkanischer Tuffe im allgemeinen und der verschiedenen Formen ihres Auftretens und ihrer Entstehungsweise musste erfolgen, um Sicherheit zu gewinnen. So ergab sich das Folgende hier im Teil III erst Angereihte, welches mit als Grundlage zu der in Teil II S. 561—582 geführten Untersuchung über die Entstehungsweise unserer Tuffe diente:

Innerhalb der gewaltigen Masse losen vulkanischen Auswurfsmateriales lässt sich eine ganze Anzahl von Gruppen unterscheiden, die freilich z. T. durch Übergänge miteinander verbunden sein können.

WALTHER stellt deren vier auf und kennzeichnet sie in der folgenden Weise[1]:

1. Bei der Entstehung der Trockentuffe erfolgt der Ausbruch auf dem Lande und die Aschen fallen auf dem Trockenen nieder. Hierbei kommt es in der Regel zu einer Schichtung. Zwar werden Asche, Sand, Lapilli und grössere Stücke gleichzeitig emporgeworfen, aber sie fallen nicht gleichzeitig nieder. In der Luft vollzieht sich vielmehr ein Sonderungsprozess, so dass die schwersten Stücke zuerst die Erde erreichen und dann allmählich die leichteren, je nach deren Gewichte. So entsteht eine sogen. subaërische Schichtung. Die Neigung dieser Schichten aber hängt ganz von der Gestaltung des Untergrundes ab, auf welchen die vulkanischen Massen herabfallen; sie sind daher bald horizontal, bald mehr oder weniger geneigt. Sie setzen sich auch nicht auf so weite Entfernung hin fort, wie bei den im Wasser gebildeten Schichten der Fall. Derartige Trockentuffe können Bruchstücke des durchbrochenen Deckengesteines enthalten, wenn nämlich die Decke von ihnen zersprengt wurde.

In der Gruppe von Urach gehören fast alle Tuffe zu diesen Trockentuffen, wie wir S. 580 sahen.

2. Diesen Trockentuffen gegenüber stehen die Wassertuffe, bei welchen der Ausbruch unter Wasser erfolgt, so dass nun die Tuffmassen im Meere oder auch in einem Binnensee sich niederschlagen. Sobald der Ausbruch sein Ende erreicht hat, sinkt der während desselben immer wieder aufs neue durcheinander gemengte Tuffschlamm in der Nähe des Kraters ungeschichtet als ganze Masse schnell zu Boden. In weiterer Entfernung dagegen setzt sich derselbe schichtenweis nieder.

Diese Art von Tuffen ist in der Gruppe von Urach nicht vertreten.

3. Bei den Sedimenttuffen endlich erfolgte der Ausbruch zwar auf dem Lande, die Aschen aber fielen in das nahegelegene Wasserbecken. Hierbei findet ihr Absatz in Schichten statt, aber derselbe vollzieht sich nicht nach dem Eigengewichte der Massenteilchen, wie das bei den Trockentuffen der Fall ist, sondern sie

[1] Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1886. Bd. XXXVIII. S. 307 pp.



entsteht durch abwechselnde Lagen dichten und porösen Materiales, da letzteres längere Zeit schwimmt, bevor es sich voll Wasser gesogen hat. Diese Tuffe verhalten sich also wohl ganz so, wie derjenige Teil der unter 2. geschilderten Wassertuffe, der sich in Schichten absetzt.

4. Eine vierte Gruppe würde endlich durch die Transporttuffe Roth's, d. h. regenerierte oder umgearbeitete Tuffe, dargestellt werden. Hier wird bereits zum Absatze gelangtes Tuffmaterial in Wasserbecken geführt und dort in Schichten abgesetzt. Dasselbe verhält sich dann also wie die Sedimenttuffe.

Hierher gehört ein kleinster Teil unserer Tuffe von Urach.

5. Deecke[1] fügt dem noch eine fünfte Gruppe hinzu. Bei dieser entsteht der Ausbruch im Meere, die Tuffmasse aber fällt auf dem Lande nieder. Es ist also hier angenommen, dass der Vulkanausbruch sich an einer, nahe dem Lande gelegenen Stelle des Meeres ereignet. In solcher Weise denkt sich Deecke den campanischen Tuff durch einen im Meerbusen von Neapel stattgefundenen submarinen Ausbruch entstanden, dessen Tuffe z. T. auf das Land fielen. Tuffe dieser Art werden sich verhalten müssen wie die oben geschilderten Trockentuffe, denn Deecke redet nur von späteren Regengüssen, nicht davon, dass die Asche gleich bei dem Ausbruche als feuchte Schlammmasse ausgeblasen wurde.

6. Als Tuffite scheidet dann weiter Mügge[2] alle solche Tuffe aus, bei welchen vulkanisches Auswurfsmaterial gemischt ist mit gewöhnlichen Sedimenten. Diese verhalten sich also ganz wie die oben besprochenen Wassertuffe.

7. Tuffoide dagegen nennt Mügge[3] solche Tuffite, wenn sie metamorph geworden sind, wobei er jedoch Kontaktmetamorphismus ausschliesst. Speciell im Auge hat er hierbei Tuffe von hohem geologischem Alter.

8. Ein höchst eigenartiger Tuff würde das Piperno genannte Gestein von Pianura in den phlegräischen Feldern sein, falls dasselbe, wie Scacchi und dell' Erba[4] im Gegensatze zu der Mehrzahl

---

[1] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1891. Bd. II. S. 323. Anm. 1.

[2] Untersuchungen über die Lenneporphyre in Westfalen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beil.-Bd. VIII. Heft 3. 1893. S. 707.

[3] Ebenda S. 707.

[4] Considerazioni sulla genesi de Piperno. Giornale di mineralogia. Bd. III. 1892. S. 23—54. Ich entnehme das Obige einem Referate von Max Bauer im Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1893. Bd. II. S. 51, 52.

der anderen Petrographen wollen, wirklich nicht eine Lava, sondern ein Tuff ist. Das hellgraue Gestein ist zwar fest, dabei aber in so gleichmässiger Weise stark porös, wie das bei einer echten Lava nicht bekannt ist. Zudem geht es allmählich in den überlagernden zweifellosen Tuff über. Die dem Piperno eingeschalteten dunkleren, geflammten Lagen, welche dichter und härter sind, sich auch durch andere Mikrostruktur auszeichnen, hält DELL' ERBA dagegen für echte Lavaauswürflinge. Seiner und SCACCHI's Meinung nach wäre die Umwandlung des Tuffes in Piperno nicht durch hydrochemische Vorgänge zu erklären, sondern durch vulkanische Dämpfe und dadurch herbeigeführte Sublimationen. In kurzen Zwischenräumen erfolgten abwechselnde Auswürfe von Asche und von Lavafetzen. Die sehr hohe Temperatur beider bedingte ein Zusammenbacken der so entstandenen verschiedenartigen Lagen, während die baldige Überlagerung durch neu ausgeworfene Massen den Wärmeverlust verlangsamte. Dadurch wurde eine Kontaktmetamorphose von seiten der Lavafetzen auf die Asche ausgeübt, wie wir solche ja auch in unseren Tuffen der Gruppe von Urach überall da beobachten können, wo die flüssige Basaltmasse gangförmig in die Tuffe eingedrungen ist.

Wir können jedoch noch zwei weitere Arten, bezüglich Erscheinungsweisen vulkanischer Tuffe unterscheiden, welche man, zum Teil wenigstens, vielleicht zu der vierten Gruppe der umgearbeiteten stellen könnte. Ich muss die Entstehung derselben in ganz ausführlicher Weise besprechen, um Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage zu gewinnen, ob bei der Bildung unserer Tuffe der Vulkangruppe von Urach das Wasser eine Rolle gespielt habe oder nicht, s. S. 561—582.

Zur Vermeidung von Missverständnissen, welche infolge ähnlicher Namengebung sich leicht einstellen können, möchte ich das Folgende vorausschicken.

Wir haben pseudovulkanische Bildungen, die Schlammvulkane, deren Erzeugnisse im breiigen Zustande fliessen und den Namen „Schlammlava" führen. Der Name ist so unpassend wie möglich, da diese Auswurfsmassen gar nichts mit einer Lava und mit Vulkanen zu thun haben. Die einzige Ähnlichkeit in der äusseren Erscheinung beider liegt in dem stromartigen Fliessen. Wäre dieses aber ausschlaggebend, so könnte man auch einen Gletscherstrom eine Eislava nennen. Doch kann das kein Grund sein, den einmal eingebürgerten Namen der Schlammlava durch einen neuen ersetzen zu wollen.

Wir kennen dann zweitens bei echten Vulkanen Tuffbildungen, welche gleichfalls im breiigen Zustande fliessen. Der Name „Schlammstrom", welcher für dieselben wohl angewendet wird, birgt die Gefahr in sich, dass der Begriff mit demjenigen der Schlammlava verwechselt wird. Auch ist Schlammstrom keine Bezeichnung für das Gestein selbst. Da es sich um einen zu Schlamm gewordenen echten Tuff handelt, so werde ich diese Bildungen als „Schlammtuff" bezeichnen.

Ich wende mich nun zunächst zu den pseudovulkanischen sog. Schlammvulkanen. Für die vorliegende Arbeit haben die gewöhnlichen Erzeugnisse dieser Gebilde keine Bedeutung; denn dieselben bestehen aus weichen Sedimentgesteinen, welche durch das heisse Wasser und die Gase dieser Pseudovulkane umgearbeitet und als Brei zu Tage gefördert werden. Es handelt sich hier also um thonige oder sandige Massen.

9. Ausnahmsweise aber treten auf Island[1] Schlammvulkane mitten im Gebiete der vulkanischen Palagonittuffe auf. Hier ist es also nicht sedimentärer Thon, sondern ein echt vulkanischer Tuff, welcher durch die aufsteigenden heissen Quellen und Gase gekocht, zersetzt und nun als pseudovulkanisches Gebilde in eine sog. Schlammlava verwandelt, wieder abgelagert wird; vielleicht wohl vermischt mit anderem, aus grösserer Tiefe heraufgebrachtem Gesteine.

Nichts steht der Annahme im Wege, dass auch in früheren Zeiten bei den Schlammvulkanen derartige Fälle vorgekommen sind, wie sie hier auf Island noch heute eintreten. Zu welchen Folgerungen wird dann der Geolog gelangen, welcher vor einer so entstandenen Ablagerung steht? Offenbar wird das von der Beschaffenheit des Materiales abhängen, aus welchem die Schlammlava besteht.

Wenn nämlich der echt vulkanische Tuff durch das heisse Wasser und die Gase vollständig zersetzt wird, bevor er als Schlammlava wieder zur Ruhe kommt, dann wird er so verändert sein, dass man seine ursprünglich vulkanische Herkunft gar nicht mehr erkennt und nun in keinen Zweifel geraten kann, dass eine Schlammlava vorliegt. Es ist aber sehr wohl der Fall denkbar, dass eine derartige Schlammlava noch die Bestandteile des vulkanischen Tuffes deutlich erkennen lässt. Dann wird man glauben, die Ablagerung einer echt vulkanischen Bildung vor sich zu haben, während man doch nur vor

[1] Sartorius von Waltershausen, Physisch-geographische Skizze von Island. Göttinger Studien. 1847. S. 123.

einer pseudovulkanischen steht. Man hat dann gewissermassen eine Pseudomorphose, nämlich echt vulkanisches Tuffmaterial in der äusseren Form eines pseudovulkanischen Schlammlavastromes. Man erkennt, dass die Masse breiig war, dass sie als Brei den Krater und den in die Tiefe führenden Kanal erfüllte, dass sie aus dem Krater als Breistrom geflossen ist. Da aber die Bestandteile dieses jetzt erhärteten Breies eine vulkanische Herkunft verraten, so wird der Geolog leicht zu dem Trugschlusse geführt werden können, dass er eine alleinige vulkanische Bildung vor sich habe.

Kann es nun schon in einem solchen Falle ausserordentlich schwierig werden, echte und scheinbare vulkanische Bildungen auseinanderzuhalten, so wird die Sachlage noch verwickelter durch den Umstand, dass es wirkliche, echte vulkanische Tuffe giebt, die gleich ursprünglich im breiigen Zustande, als Strom geflossen sind. Es ist das die zweite der weiteren Arten vulkanischer Tuffe, von welcher ich oben sagte, dass sie für die Frage nach der Entstehung der Tuffe in der Gruppe von Urach von Wichtigkeit sein könnte.

10. In grossartiger Weise geht die Entstehung dieser Schlammtuffe an gewissen Vulkanen von Südamerika, Java und Island noch in der Jetztzeit vor sich. Es muss aber wohl als sicher angenommen werden, dass auch in vergangenen Zeiten der Erdgeschichte sich derartige Bildungen vollzogen haben, denn die Entstehung dieser breiigen Massen wird nur durch solche Ursachen bewirkt, welche zu allen Zeiten der Erdgeschichte obgewaltet haben.

Ich habe bereits oben gesagt, dass wir diese Bildungen als Schlammtuffe im Gegensatze zu der sogen. pseudovulkanischen Schlammlava bezeichnen wollen. AL. VON HUMBOLDT nannte diese Schlammtuffe „Moya". Allein THEODOR WOLF hat darauf aufmerksam gemacht[1], dass das Wort Moya nur einen sumpfigen Ort bezeichne und keineswegs, wie HUMBOLDT meinte, als Gesteinsname in Südamerika gebraucht wird. Höchst wahrscheinlich gehört das, was man in Italien als Peperin bezeichnet, ebenfalls zu den Schlammtuffen; Auch das, was OPPENHEIM „Alluvionstuffe" benennt[2], gehört wohl hierher. Wie OPPENHEIM sagt, entsprechen sie ungefähr den Transporttuffen ROTH's. Wenn man aber so scharf klassifizieren will, wie das im Vorhergehenden geschah, dann wird man sie vielleicht besser von diesen trennen müssen; denn einmal handelt es sich hier

[1] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1875. S. 582.

[2] Beiträge zur Geologie der Insel Capri und der Halbinsel Sorrent. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1889. Bd. 41. S. 467.

nicht um Tuffmassen, welche in einem Wasserbecken abgelagert wurden und zweitens können nicht nur bereits abgelagerte, sondern auch soeben erst herausgeschleuderte Aschenmassen sofort in Schlammtuff verwandelt werden.

Entstehung der Schlammtuffe. Dieser Schlammtuff entsteht dadurch, dass die beim Auswurfe stets trockene[1] vulkanische Asche durch meteorische Wasser später in einen dicken Brei verwandelt wird, welcher nun in Gestalt eines Schlammtuff-Stromes sich vorwärts wälzt. Allein dieser Fall kann in dreifach verschiedener Weise zu stande kommen, je nachdem die meteorischen Wasser wirken: als Regen, als in einem Kratersee angesammeltes Regenwasser, als geschmolzener Schnee oder Eis. Wir wollen diese drei Fälle der Reihe nach an Beispielen betrachten.

Bereits im Anfange unseres Jahrhunderts wurde von Breislak[2] die Ansicht bekämpft, dass Wasserströme aus dem Innern feuerspeiender Berge ausgestossen werden könnten, und die bisweilen vorkommenden Schlammtuff-Ströme des Vesuv führte er ganz richtig auf heftige Regengüsse zurück. In der That können durch die mit vulkanischen Ausbrüchen häufig verbundenen heftigen Gewitter genügende Wassermassen geliefert werden, um solche Schlammtuff-Ströme zu erzeugen. Umsomehr, als auch der vom Vulkane ausgestossene Wasserdampf durch seine Kondensation diese atmosphärischen Wassermengen vermehren könne[3].

Diese meteorischen Wasser können aber auch in anderer Form als Regen die Veranlassung zur Bildung von Schlammtuffströmen geben. Junghuhn hat gezeigt, dass auf Java Ausbrüche von Schlammtuffströmen nicht durch Gewitter entstehen, sondern nur aus solchen Vulkanen stattgefunden haben, in deren Krateren sich Seen befanden[4].

Java besitzt nicht weniger als 18 solcher Kraterseen. Ihre Entstehung ist durch zwei Umstände bedingt: Einmal an sich schon durch das tropisch regenreiche Klima der Insel und zweitens durch

[1] Da Asche der in feinste Teilchen zerstiebte Schmelzfluss ist, so muss diese Asche als ursprünglich trocken angesehen werden; denn erst in einem späteren, wenn auch möglicherweise sofort eintretenden Zeitpunkte wird ihr soviel Wasser beigemengt, dass sie nass wird.

[2] Physische und lithologische Reisen durch Campanien etc. Ins Deutsche übertragen von Ambros Reuss. Leipzig 1802. Teil I. S. 191 pp. u. 243 pp.

[3] Bornemann bestreitet freilich, dass Wasserdampf anders als in seltenen Fällen von den Vulkanen ausgestossen wird (s. später).

[4] Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart. Deutsch von Hasskarl. 2. Ausgabe. Abt. II. Leipzig 1857. S. 133, 639, 717.

die bedeutende Höhenlage dieser Seen, welche sich zwischen 5—7000 Fuss Meereshöhe bewegt[1]. Diese beiden Umstände erzeugen dort die Ansammlung grösserer Wassermassen in den Krateren und bedingen es, dass unter Umständen auch der ganze übrige Kraterboden „rund um den See herum aus aufgelösten, breiartig-schlammigen Materien" bestehen kann[2].

Der Ursprung dieser Kraterseen ist aber ein rein atmosphärischer. Dem im Kraterbecken angesammelten Regen und nicht etwa Quellen verdanken sie ihre Wassermasse. Vollends aus der Tiefe herauf ist niemals Wasser im tropfbarflüssigen Zustande gekommen. Der Aschenauswurf erfolgt vielmehr stets im trockenen Zustande; und erst durch die den Ausbruch begleitenden, entsetzlichen Platzregen, sowie vor allem durch das Ausbrechen der Kraterseen, deren Umwallung zerreisst, wird aus der trockenen Asche ein Schlammstrom.

Wiederum in anderer Form erscheinen die, solche Schlammtuff-Ströme erzeugenden, atmosphärischen Niederschläge auf der Insel Island und in Südamerika. Was letzteres Land betrifft, so glaubte man früher auch hier, die Ursache dieser dort so gewaltigen Erscheinungen liege in dem Ausbruche grosser Kraterseen. Nach den Untersuchungen von W. Reiss[3] entstehen jedoch diese verheerenden Schlammtuff-Ströme an den südamerikanischen Vulkanen nie durch Ausbrüche von Kraterseen, sondern dadurch, dass Lavaströme sich über die mit Schnee bedeckten Flanken der vulkanischen Bergriesen ergiessen. In der näheren Umgebung dieser glühenden Lavaströme und unter denselben schmilzt schnell der Schnee, und nun wälzen sich die so entstandenen Wassermassen an der Flanke des Berges hinab, Asche, Lapilli und grosse, selbst glühende Lavablöcke mit sich führend und sich so in einen Schlammtuff-Strom verwandelnd. Auch Theodor Wolf hat sich mit diesen Erscheinungen beschäftigt[4]; er führt die wundersame Ansicht des Velasco an, nach welcher die Wassermassen aus dem Meere herstammen sollen, welches durch die im Eruptionskanale entstehende Verdünnung der Luft angesogen würde. Das Verschwinden des Schnees rings um den g a n z e n Berg bei einem solchen Ausbruche ist stets nur ein scheinbares, indem

---

[1] Ebenda S. 721.

[2] Ebenda S. 639.

[3] Über eine Reise nach den Gebirgen des Iliniza und Corazon u. s. w. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1873. Bd. XXV. S. 83.

[4] Geognostische Mitteilungen aus Ecuador. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1875. S. 571 und 1878. S. 147 pp.

der Schnee von der ausgeworfenen dunklen Asche lediglich verhüllt wird[1]. Ein wirkliches Schmelzen des Schnees findet dagegen nur unter und neben dem glühenden Lavastrome statt. Wenn indessen, wie bei dem Ausbruche des Cotopaxi am 26. Juni 1877, die Lava sich nicht in einzelnen Strömen, sondern wie aus einem übersprudelnden Topfe kochenden Wassers gleichmässig nach allen Richtungen hinaus aus dem Krater ergiesst, dann muss natürlich auch ein allgemeines Schmelzen der den Berg umgebenden Schnee- und Eismassen stattfinden[2].

Ganz ebenso liegen die Dinge auf der Insel Island. Auch hier bestreitet Sartorius von Waltershausen[3], dass aus dem Innern von Vulkanen heraus jemals Wasserergüsse stattgefunden hätten. Auch hier entstehen Schlammtuff-Ströme stets nur durch das Schmelzen von Schnee und Eis infolge des Austritts glühender Lavaströme.

Was nun die Beschaffenheit solcher Schlammtuffe anbetrifft, gleichviel, ob ihr Wasser durch Schneeschmelze oder durch Regengüsse erzeugt wurde, so geben uns Theodor Wolf[4] und Junghuhn ein Bild derselben. An allen Punkten, welche über der Vegetationsgrenze liegen, enthalten sie erklärlicherweise keine organischen Substanzen, sondern bestehen fast nur aus vulkanischem Material. Sowie sie aber in die mit Vegetation bedeckten Gegenden eintreten, mischen sich in die von ihnen abgelagerten Massen Pflanzenreste und Dammerde, zuerst in geringer, weiter unten in grösserer Masse, am bedeutendsten aber da, wo die Schlammtuff-Flut sumpfartiges Gelände aufwühlte. Dazu gesellen sich dann hier und da auch Reste landbewohnender Tiere, welche von dem Schlammstrom ereilt und eingeschlossen werden, wenn er „wie eine hohe Mauer, die sich fortwährend nach vorn überschlägt“[5], heranstürmt. Namentlich von dem im Jahre 1877 erfolgten gewaltigen Ausbruche des Cotopaxi schildert Wolf, wie Gutsgehöfte, Häuser, Herden, Lasttiere mit ihren Treibern, Reisende, Flüchtende in einem Augenblicke in den schlam-

---

[1] Vergl. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1878. S. 144.

[2] Theodor Wolf, Geognostische Mitteilungen aus Ecuador. Fortsetzung. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1878. S. 132 u. 133.) Dass jedoch auch in Südamerika bisweilen nur durch Gewitterregen und Wasseranstauungen derartige Schlammtuffströme entstehen, beweist unter anderem der Vulkan von Pasto. Reis berichtet über (Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1872. Bd. XXIV. S. 380) einen am Pasto derart entstandenen Schlammtuffstrom.

[3] Physisch-geograph. Skizze von Island. „Göttinger Studien.“ 1847. S. 108.

[4] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1878. S. 139.

[5] Wolf, l. c. 1878. S. 136.

migen Tuffmassen verschwanden. In gleicher Weise können aber auch wasserbewohnende Tiere in die Schlammtuff-Ströme gelangen, da letztere mit Vorliebe in den Betten von Bächen und Flüssen thalabwärts stürzen und deren Inhalt, Wasser wie Tiere, sich einverleiben[1]. Auch Junghuhn schildert, wie auf solche Weise Fische, Schildkröten, Büffel, wilde Tiere, Affen, Krokodile durch das Wasser fortgerissen und in den Schlammtuff-Strömen der javanischen Vulkane begraben werden[2].

Wir sehen also, dass für derartige Schlammtuffablagerungen pflanzliche und tierische Reste, und zwar von Land- und Wassertieren, eine kennzeichnende, wenn auch nicht durchaus notwendige Beimengung bilden.

Die Temperatur des Wassers und somit der Ströme von Schlammtuff kann eine sehr verschiedene sein. Auf Island, wo dieselben oft Eisstücke mit sich führen, ist sie nicht selten eine recht niedrige; doch kann sie auch der Kochtemperatur nahe sein[3]. Auf Java sind sie gleichfalls häufig dampfend heiss[4] und bisweilen von den ausgestossenen Dämpfen so sauer, dass sie ätzend wirken. Indessen mögen wohl die Beine der von Junghuhn erwähnten Büffel mehr infolge der hohen Temperatur, als infolge des hohen Säuregehaltes angefressen gewesen sein.

Auch S. Knüttel berichtet von den Schlammtuffströmen, welche dem Gunung Awu auf Gross-Sangir[5] am 7. Juni 1892 entquollen: „Die armen flüchtenden Einwohner wurden nicht nur von den fallenden Steinen bedroht, sondern auch von dem heissen Schlamm mit schauderhaften Brandwunden bedeckt[6]. „Dass auch hier der Schlammtuff durch den Ausbruch eines Kratersees hervorgerufen wurde, ist sicher gestellt, wie Knüttel auf S. 269 sagt. Das geht auch daraus hervor, dass der Ausbruch mit Schlammtuffströmen begann und dann zu trockenem Aschenregen überging, offenbar, als der See ausgelaufen war. Wäre das Wasser aus der Tiefe heraufgekommen, so ist kein Grund, einzusehen, warum das nicht angehalten haben

[1] Wolf, l. c. 1875. S. 466—468, 470; 1878. S. 137—138. Ferner Oppenheim, in Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1889. Bd. XLI. S. 467—468.

[2] Junghuhn, Java II. S. 111, 500 etc.

[3] Sartorius von Waltershausen, Physisch-geographische Skizze von Island. 1847. S. 109.

[4] Junghuhn, Java II. S. 111 u. 493.

[5] NNO. von Menado.

[6] Tschermak's Mineralog. u. petrograph. Mitteilungen. Wien 1893. S. 267.

sollte. Wie verheerend solche Schlammtuffströme wirken können, beweist der Ausbruch vom 2.—17. März 1856, desselben Vulkanes, bei welchem 3000 Menschen durch das mit rasender Geschwindigkeit herabstürtzende kochende Wasser, bezw. Brei, ihr Leben verloren[1].

Die Konsistenz, die Dicke der Schlammtuffströme hängt natürlich ganz von der Masse des Wassers ab, welche an dem betreffenden Orte durch die Schnee- und Eisschmelze oder Regengüsse entsteht. Die Fluten können dünn, einem Giessbache gleich herabstürzen; sie können aber auch so dickflüssig werden, dass der Strom sich nicht ausbreitet, sondern mit erhöhten Rändern wie eine Wulst sich vorwärts wälzt[2], völlig gleich einem echten Lavastrom. Solche dickflüssigen Massen aber hat Wolf am Cotopaxi 1877 nicht nur durch geschmolzenen Schnee entstehen sehen, sondern auch allein durch Regengüsse.

Nach dem Gesagten werden wir uns nun ein Bild von der Beschaffenheit der Schlammtuffströme machen können, welche sie darbieten, nachdem sie ihren Wassergehalt verloren haben. Es ist eine feste, tuffige Masse, in welcher grosse und kleine Gesteinsblöcke, Erde, Baumstämme und andere Pflanzenreste, landbewohnende Tiere, unter Umständen auch wasserbewohnende, eingeknetet liegen, oder doch wenigstens hier und da vorkommen. War der Strom dickflüssig, dann wird er gewiss keine Schichtung besitzen, sondern sich in dieser Beziehung massig, wie ein Lavastrom verhalten. Doch wird dickbankige Absonderung entstehen können, wenn von Zeit zu Zeit neue Schlammtuffströme entstehen und übereinanderfliessen, oder wenn sie durch lose Aschenauswurfsmassen und Lavaströme voneinander getrennt liegen. Ist der Strom dünnflüssig, breitet er sich weithin aus, so wird bei wiederholten Ausbrüchen eine Schichtung eintreten können. Wenn der Strom auch heiss sein kann, so liegen doch keine Angaben darüber vor, dass die Temperatur so hoch gewesen wäre, um Kontaktwirkungen am Nebengestein und an den Einschlüssen zu erzeugen. Es ist das auch von vornherein nicht zu erwarten, ja sogar unmöglich, da zur Bewirkung einer Kontakt-Metamorphose wesentlich höhere Temperaturgrade erforderlich sind, als dieselbe kochendes Wasser besitzt.

Vergleichen wir mit diesem Bilde dasjenige, welches unsere Tuffe der Gruppe von Urach bieten, so zeigt sich zweifellos, dass letztere nicht Schlammtuffe sein können. Zwar haben sie dieselbe

[1] Ebenda S. 274.

[2] Th. Wolf, l. c. 1878. S. 135 u. 136.

massige und Brecciennatur, welche diesen zukommen kann. Allein ihnen fehlen jene Pflanzen und Tierreste, welche im Schlammtuffe eingeknetet liegen; sie zeigen nirgends ein stromartiges Fliessen. Dagegen haben sie Kontaktwirkungen geübt, welche umgekehrt dem Schlammtuffe nicht eigen sein können.

Die Peperine. Von Schlammtuffen kann man nicht sprechen, ohne dass der Blick auf die eigentümlichen, bezüglich ihrer Entstehung immer noch rätselhaften Gesteine gerichtet wird, welche man Peperin genannt hat; Gesteine, welche in vieler Hinsicht den Tuffbreccien der Gruppe von Urach sehr ähnlich sind. Sie wurden zuerst in Latium beobachtet, und bereits im vorigen Jahrhundert haben FAUJAS DE SAINT-FOND[1] und CERMELLI[2] darüber geschrieben[3].

Nur ganz kurz that auch BREISLAK[4] des Peperin Erwähnung bei Besprechung von Pisolithen, von Leucit und Melanit, welche in dem Gesteine auftreten. In kennzeichnender Weise hat dagegen LEOPOLD VON BUCH den Peperin im Anfange unseres Jahrhunderts[5] geschildert. Später haben sich dann PONZI[6], VOM RATH[7], PENCK[8] und

---

[1] Minéralogie des Volcans. Paris 1784.

[2] Carte corografiche e memorie riguardanti le pietre, miniere etc. Napoli 1792. Beide Arbeiten waren mir nicht zugängig.

[3] Da die Arbeit von Cermelli in Deutschland nicht leicht zu erlangen sein wird, gebe ich den Wortlaut nach einer freundlichen Mitteilung meines verehrten, früheren Herrn Lehrers Strüver in Rom wie folgt:

„Peperino, o come altri dicono Piperino, che copiosamente ritrovasi nelle vicinanze di Marino, e sul monte Cavo o Albano. Tra i marmi volgari annoverasi da taluno (in Anmerkung Gimma, e Revillas), ed altri (in Anmerkung Desmarest, Ferber, Dietrich) il considerano come un tufo vulcanico. Bigio verdastro è quello di Marino; bigio o bruno giallastro mescolato di piccoli cristalli di schoerl bianco farinoso è l'altro, nel quale s'incontra altresì qualche pezzo di quarzo (sic!) bianco, e di mica di schoerl in grandi cubi. V'ha chi crede, che Piperno abbia dato luogo a tale denominazione, perchè questa pietra calcarea è forse stata da principio scavata pe' contorni di quella Città; e pensa alcuno, che il peperino siasi così chiamato per la simiglianza di alcuni suoi grani con quelli del pepe. Potrebbe qui forse interessare il Naturalista ciò che nel 1737 scrive il Revillas; un' involto di panno-lino fu, dice egli, trovato poc' anni sono nel mezzo di un gran masso di piperino, che tutto il cingea."

[4] Physische und lithologische Reisen durch Campanien etc. Ins Deutsche übertragen von Ambros Reuss. Leipzig 1802. Teil I. S. 121 u. 169.

[5] Geognostische Beobachtungen auf Reisen. Teil II. Berlin 1809. S. 70—79.

[6] Storia dei Volcani Laziali. Roma 1875.

[7] Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1866. Bd. XVIII. S. 360 pp.

[8] Über Palagonit- und Basalttuffe. Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1879. Bd. XXXI. S. 556 pp.

gleichzeitig DI TUCCI[1] mit diesem interessanten Gesteine beschäftigt, dessen Mineralien STRÜVER untersuchte.

Seiner Struktur nach muss der Peperin als eine Breccie bezeichnet werden, denn er enthält in seiner Grundmasse eingesprengt zahlreiche eckige Gesteinsbruchstücke. Diese aus Tuff bestehende Grundmasse ist hellgrau, feinerdig, etwas rauh und nicht selten porös; der letztere Umstand deutet auf das einstige Vorhandensein von Dämpfen in dieser Masse hin. Die Poren sind mit Zeolithen und Kalkspatkrystallen ausgekleidet, welche aus späterer Zersetzung des Gesteines entstanden. Da das Poröse aber keineswegs überall dem Peperin eigentümlich ist, so kann es nicht zu seinen wesentlichen Merkmalen gerechnet werden. Ganz dasselbe gilt von einer zweiten Eigenschaft, welche das Gestein häufig, aber nicht immer besitzt. Es wechseln nämlich dunklere, frischere Partien mit helleren, weniger frischen, in ganz unregelmässig begrenzten Flecken mit einander ab; DI TUCCI schreibt das der Einwirkung von Salzsäuredämpfen zu.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt nun, dass die Grundmasse des Peperin aus einer Zusammenhäufung kleiner Aschenteile besteht, nämlich aus einem Filze poröser, meist farbloser Glasscherbchen, welche zahlreiche kleine Augite und Leucite umschliessen. Diese Glasstückchen werden verkittet durch eine graue Substanz[2]. In dieser Grundmasse liegen makroskopisch eingesprengt zahlreiche Krystalle von Glimmer, Augit, Olivin, Magneteisen, Leucit u. s. w.[3] Dazu gesellen sich dann zahlreiche Bruchstücke bis hinauf zu grossen Blöcken, von Basalt und Leucitophyr, sowie von zertrümmertem Kalkstein. Dieselben Gesteine finden sich in kleinsten Bruchstücken unter dem Mikroskop. Die Kalksteine sind mehr oder weniger abgerundet.

Niemals besitzt der Peperin eine so feine Schichtung, wie solche den marinen Tuffen der Campagne zukommt. Er ist mehr in dicke Bänke abgesondert. Auch das, was ich im Hernikerlande unter diesem Namen bezeichnete, besitzt zum Teil solche Bankung, teils aber tritt es ganz ungeschichtet, massig auf.

Wie in den Schlammtuffen Südamerikas und Javas, so finden

---

[1] Saggio di studi geologici sui Peperini del Lazio. Reale Accad. dei Lincei. Roma 1879. 40 S. 1 Karte.

[2] Penck, Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1879. Bd. XXXI. S. 556 pp.

[3] Bezüglich der Mineralien vergl. Strüber in Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1875. S. 619 u. 620; 1876. S. 413. Zeitschr. f. Krystallographie. I

sich auch im Peperin pflanzliche Reste; besonders liegen dieselben jedoch in seiner untersten Bank; ein Beweis, dass er sich damals über eine mit Vegetation bedeckte Landschaft ergoss.

Von Naumann wurde seiner Zeit vorgeschlagen[1], den Namen Peperin auf alle Gesteine auszudehnen, welche eine ähnliche Beschaffenheit besitzen und wahrscheinlich auf ähnliche Art entstanden sind. Auf solche Weise ist eine Anzahl von böhmischen Tuffen bereits von Naumann und von Zirkel[2] als Peperin bezeichnet worden. Auch im Vulkangebiet des Hernikerlandes[3] konnte ich Peperine nachweisen, welche jedoch schon etwas weniger krystallinisch erscheinen, als das bei dem Peperin von Latium der Fall ist. Noch einen Schritt weiter geht Penck[4], indem er sich geneigt zeigt, auch den Trass des Brohlthales mit dem Peperin zu vereinigen, wie denn derselbe bereits vor langer Zeit durch Leopold v. Buch, Steininger und von Oeynhausen für das Erzeugnis von Schlammtuffströmen erklärt wurde. Allein von Dechen sprach sich gegen eine solche Auffassung aus, und zwar wegen der horizontalen Schichtung, welche das Gestein zum grössten Teile zeigt. Dasselbe that schon Humboldt[5].

Eine überaus weite Fassung giebt Lecoq dem Begriffe Peperin[6], indem er Reibungsbreccien, Wassertuffe und Schlammtuffe (s. S. 684)[7] sämtlich als Peperin bezeichnet; oder vielmehr als Peperit, in welchen Namen er das Gestein umtauft.

Das ist gewiss nicht zulässig; denn, wie schon Penck bemerkt, es fällt auf diese Weise der Begriff Peperin fast mit dem des Tuffes überhaupt zusammen. So gehört wohl nur ein Teil des „Peperit“ genannten Gesteins der Auvergne zum Peperin[8]; der andere Teil aber nicht.

---

[1] Lehrbuch der Geognosie Teil I. 1858. S. 676.

[2] Lehrbuch der Petrographie. II. S. 560.

[3] W. Branco, Die Vulkane des Hernikerlandes bei Frosinone in Mittelitalien. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1877. S. 572 u. 585.

[4] l. c. S. 561.

[5] Kosmos IV. S. 280.

[6] Les époques géologiques de l'Auvergne. Bd. II. S. 508, Bd. IV. S. 35—110 u. s. w.

[7] Pépérites d'éruption .... accompagnant presque toujours les basaltes; pépérites remaniés stratifiés; brèches qui ... semblant avoir coulé sous la forme d'éruptions boueuses.

[8] Penck (Zeitschr. d. deutschen geolg. Ges. Bd. XXXI. S. 535) hob in seiner Arbeit über die Palagonittuffe mit Recht hervor, dass man mit grösserer Schärfe als bisher Tuffe und Konglomerate trennen solle. Tuffe können feinkörnig

Das Entscheidende ist zweifellos die Entstehungsweise. Tuffe gleicher Entstehungsart werden denselben Namen führen können, auch wenn sie bis zu einem gewissen Grade petrographische Verschiedenheiten besitzen; denn bei einem Tuffgestein werden sich solche leicht einstellen.

Welches ist nun aber die Herkunft des Peperins? Leopold v. Buch nahm an, dass Ausbruchsmassen von Asche, Krystallen, Lavablöcken und Kalksteinbruchstücken in das Meer geschleudert wären und dort sich allmählich zu einem festen Gesteine verkittet hätten. Indessen ein Meer oder Süsswasserbecken waren damals in jener Gegend nicht mehr vorhanden. Zwar am Ende der pliocänen Epoche lagen, wie Verri[1] darthut, die Gegenden des heutigen unteren Tiberlaufes und eines Teiles von Latium noch unter dem Meeresspiegel und bildeten einen Meerbusen. Indem aber das heutige Küstengebiet über dem Meeresspiegel auftauchte, verwandelte sich dieser Busen zunächst in einen Süsswassersee. In diesem lagerten sich die ältesten Aschenauswürfe des jetzt entstandenen Albaner Vulkanes in Gestalt des grauen Pozzolantuffes ab. Weitere Ausbrüche erzeugten dann den roten Pozzolantuff, welcher sich über jenem ausbreitete, den See aber schon nahezu ausfüllte. Über dem roten finden wir aber nochmals einen gelben Tuff, welcher eine über mehrere Quadratmeilen ausgedehnte Decke bildet. Die Entstehung dieses letzteren ist nach Verri eine andere als die jener beiden ersteren: er hat sich als Schlammtuffstrom ergossen. Für eine solche Deutung sprechen, wie Verri ausführt, der Mangel an Schichtung; die verhältnismässig geringe Mächtigkeit; die Einschlüsse von Kalksteinen, welche wohl fortgeschoben wurden; endlich die Einschlüsse von Pflanzen und Hirschen.

Der Peperin des Albanergebirges ist jünger als jene. Er kann

---

sein, wenn sie nämlich aus Aschen und Sanden hervorgegangen sind; sie können aber auch das Aussehen grober Konglomerate (besser wäre wohl in vielen Fällen „Breccien") annehmen, wenn ihnen grober vulkanischer Schutt beigemengt ist. In diesem wie jenem Falle sind sie durch Zerstäubung oder Zertrümmerung flüssiger Lava entstanden. Wogegen Konglomerate und Breccien vulkanischer Gesteine aus einer Zerstörung bereits festgewordener Massen hervorgegangen sind.

Ich lege in gleicher Weise Gewicht darauf, dass unsere Tuffbreccien in der Gruppe von Urach durchaus zu den Tuffen gehören; dass sie also nicht verwechselt werden dürfen mit den basaltischen Reibungsbreccien, welche sich nicht selten in Spalten finden.

[1] Note per la storia del Vulcano Laziale. Bollettino soc. geol. Italia. Bd. XII. 1893. S. 39—80.

also ebensowenig wie jener gelbe Tuff subaquatisch abgelagert worden sein, denn es war kein Wasserbecken mehr vorhanden.

Es fand daher die Ansicht Ponzi's Anklang, dass der Peperin als Schlammtuff ausgestossen und dann stromartig geflossen sei. Also dieselbe Entstehungsweise, welche Verri dem gelben Tuffe zuschreibt.

Eine solche Auffassung stösst jedoch auf Schwierigkeiten. Soviel wir heute wissen, können Schlammtuffströme nur durch Regengüsse, durch Ausbruch von Kraterseen oder durch Schmelzen von Schnee und Eis entstehen (s. S. 689). Stets werden also die Aschenmassen hierbei ursprünglich lose und trocken ausgeworfen und verwandeln sich erst dann in einen wässerigen Brei. Ponzi jedoch lässt fertige Schlammströme gleich aus dem Inneren des Vulkanes heraufsteigen.

Die zweite Schwierigkeit liegt, wie di Tucci hervorhebt, in der ungeheuren Mächtigkeit des Peperins, welche am Albaner See bis auf 800 Fuss steigt. Dieselbe würde daher eine sehr lang anhaltende, wasserfördernde Thätigkeit des Vulkans in dieser Beziehung bedingen.

Eine dritte Schwierigkeit endlich findet sich, ebenfalls nach di Tucci, in den Lagerungsverhältnissen des Peperins. Die Bänke desselben sind nämlich häufig durch Schichten von loser Asche getrennt, welche letztere genau dieselben Bestandteile wie der Peperin besitzt. Wenn sich nun auch nicht verkennen lässt, dass auch nachträglich eine Verfestigung einst loser Massen durch den Kalkgehalt des an Kalkstücken so reichen Peperins eingetreten ist, so muss — das ist der Schluss di Tucci's — doch wohl auch ursprünglich, gleich beim Auswurfe, ein Unterschied in der Beschaffenheit des Ausgeworfenen bestanden haben. Wenn nämlich die Verfestigung des Peperins, wie das einst Gmelin[1] wollte, ganz allein nur durch spätere Umwandlung entstanden wäre, wie könnten dann Schichten loser Asche zwischen den Peperinbänken sich unverändert erhalten haben? Es muss also, schliesst di Tucci, der Peperin ursprünglich eine andere Beschaffenheit besessen haben, als sie gewöhnlichen losen Auswurfsmassen zukommt. Ist das nun aber richtig, so würde man bei der Hypothese Ponzi's annehmen müssen, dass der Vulkan in jähem und häufigem Wechsel bald trockene, bald durchwässerte Massen aus seiner Tiefe zu Tage gefördert habe.

[1] Gmelin, Oryktognostische und chemische Betrachtungen über den Hauyn . . . nebst geognostischen Bemerkungen über die Berge des alten Latiums. Schweigger, Journal f. Chemie u. Physik. Bd. XV. Nürnberg 1815. S. 4—17.



Diesen Gründen gesellt di Tucci[1] noch einen weiteren hinzu: Während Ponzi meinte, dass alle Peperine dem Krater des heutigen Albaner Sees ihren Ursprung verdankten, weist jener nach, dass auch verschiedene andere dortige Kratere ein solches Gestein geliefert haben. Es müssen also die besonderen Bedingungen, unter welchen der Peperin entstand, nicht nur, wie seine bis zu 800 Fuss steigende Mächtigkeit am Albaner See beweist, an diesem Krater während recht langer Zeit obgewaltet haben, sondern sie müssen auch noch an anderen Ausbruchsstellen eingetreten sein. Es wird daher das Bedürfnis nach einer ungekünstelten, mit unseren thatsächlichen Erfahrungen an heutigen Vulkanen im Einklang stehenden Erklärung um so lebhafter.

Welches ist nun di Tucci's Ansicht über den Peperin?

Es wird wohl kein Leser der Arbeit di Tucci's völlig klar darüber werden, was letzterer in dieser Beziehung für eine Ansicht hat. Er bekämpft Ponzi, er führt Gründe gegen ihn an, er lehrt uns Neues kennen, indem er zeigt, dass der Peperin aus mehreren Krateren ausgebrochen ist. Aber die rätselhafte Art und Weise seiner Entstehung erklärt er nicht. Man kann nur aus seiner Arbeit schliessen, dass er die Peperine des Albanergebirges, ebenso wie Ponzi, für Schlammtuffströme hält. Ich möchte daher den Versuch machen, eine Erklärung für die Entstehung des Peperins zu geben.

Zunächst möchte ich betonen, dass ein Unterschied besteht zwischen dem, was Ponzi sich als wässerigen Tuffstrom vorstellt, und dem, was wirklich Schlammtuff ist. Ponzi meint, der Peperin sei als Brei bereits dem Schlunde entquollen, also als Brei aus der Tiefe heraufgestiegen. Wir haben aber gesehen, dass alle Beobachter von heutigen Schlammtuffströmen einen solchen Vorgang bestreiten. In der That, wie oben ausgeführt, lässt sich auch ein Wechsel von Peperin und losen Aschenschichten sonst gleichartiger Zusammensetzung durch Ponzi's Annahme nicht erklären.

Wohl aber ist das sehr gut möglich, wenn — wie wir heute in drei Erdteilen beobachten können — der Tuff dem Schlunde als lose Asche entsteigt und nun erst sich in Brei verwandelt: Entweder in der Luft durch Regen oder gar erst auf den Flanken des Vulkanes, indem der Kratersee ausläuft oder Schnee und Eis schmelzen. Das kann dann sehr wohl einem Wechsel unterworfen sein, es kann von Zeit zu Zeit auch einmal trockene Asche sich herniedersenken,

[1] Saggio di studi geologici sui peperini del Lazio. Reale Accad. dei Lincei. 1879—1880. Memorie; mit geolog. Karte.

welche dann lose Schichten zwischen den Bänken des massigen Tuffes bildet [1].

Wenn wir nun überlegen, in welcher Form wohl das Wasser dem Peperin sich beigesellt haben mag, so scheint mir der Regen, abgesehen von untergeordneter Einwirkung, ausgeschlossen. Warum sollte es im Albaner Gebirge damals so lange geregnet haben, bis der 800 Fuss mächtige Peperin am Albaner See sich gebildet hat? Warum sollte es auch gerade im Albaner Gebirge, im Volsker Gebirge bei Frosinone und in der Auvergne — wo wir überall solche Peperine finden — zu einer gewissen Zeit so viel geregnet haben, zu anderen Zeiten aber nicht, und in anderen vulkanischen Gegenden überhaupt nicht? Das ist nicht denkbar.

Auch der Ausbruch von Kraterseen kann wohl nur untergeordnet beteiligt gewesen sein, und zwar ebenfalls in Anbetracht der grossen Mächtigkeit des Peperin am Albaner See.

Infolgedessen scheint mir als wahrscheinlichste Lösung die, dass schmelzender Schnee die Ursache der Peperinbildung war. Zwar haben sich keine Spuren einer Eiszeit in Latium erkennen lassen. Allein es bedarf des Eises ja nicht, Schnee genügt bereits. Da nun in der Diluvialzeit, wie PENCK in einleuchtender Weise dargethan hat, die Durchschnittstemperatur der Erde um 4—5° C. geringer gewesen sein muss, wie heute, so muss natürlich auch in den nicht vergletscherten Gegenden zu damaliger Zeit viel mehr Schnee gefallen sein als heute. Diese Temperaturerniedrigung genügt aber für die Gegenden des Albaner Gebirges vollständig, um eine reichliche Decke von Schnee auf den Vulkanen zu erzeugen. Dessen plötzliches Schmelzen verwandelt dann bei Ausbrüchen jene Aschenmassen in Schlammtuffströme; wogegen beim Fehlen des Schnees sich die losen Aschenschichten bildeten, welche im Peperin liegen.

Aus solcher Erklärungsweise folgt, dass der Schluss DI TUCCI's, der Peperin müsse notwendig bereits bei seinem Ausbruche anders beschaffen gewesen sein als die losen Zwischenschichten, nicht stichhaltig zu sein braucht, und dass es auch nicht zu überraschen braucht, wenn Peperin sich an mehreren Krateren bildete.

Bei solcher Entstehungsweise lässt sich auch denken, dass

---

[1] Die andere Erklärungsweise des Wechsels loser und fester Tuffschichten, welche ich S. 522 gab, passt auf diese Verhältnisse wohl nicht.

dicke Bänke von Peperin entstehen; indem auf bereits getrockneten Schlammtuff wiederum Schnee fiel, welcher dann durch auf ihn sich senkende Asche schmolz und letztere zu Brei verwandelte. Auch das Poröse des Peperins, welches der des Albaner Gebirges bisweilen, andere Peperine wohl gar nicht haben, lässt sich durch die infolge der Wärme des Tuffes entstehenden Wasserdämpfe erklären. Das dem Krystallinischen ähnliche Ansehen wäre durch spätere Umwandlungen hervorgerufen; dasselbe findet sich übrigens nur bei dem Peperin des Albanergebirges und auch dort keineswegs überall. Im Volsker Gebirge ist nichts davon zu sehen und in der Auvergne wohl auch nicht. Diese Unterschiede lassen sich aber sehr gut durch die Verschiedenheiten in der späteren Einwirkung von Wasser erklären.

Auf schmelzenden Schnee würde sich auch ungezwungen die Entstehung der Peperine im Volsker Gebirge bei Frosinone zurückführen lassen. Gerade die Erscheinung, dass bei Patrica der Peperin[1] teils unten im Thale, teils hoch oben auf dem schmalen Grate liegt, lässt sich leicht in solcher Weise deuten. Ins Thal hinab ist er als Strom geflossen. Oben ist er als dicker Brei liegen geblieben.

In der Auvergne treten gleichfalls Peperine auf, die sogen. brèche volcanique Bertrand Roux', deren Tuffsubstanz später palagonitisch geworden ist. Diese vulkanische Breccie ist im Becken von le Puy die älteste der dortigen Eruptivbildungen. Aymard, Lecoq und Felix Robert sind der Ansicht, dass dieselbe als ein Erzeugnis von Schlammtuffausbrüchen zu betrachten sei[2].

In dieser Breccie nun, welche teils geschichtet, teils ungeschichtet ist, haben Lecoq und Pommerol Reste von *Elephas meridionalis*, *Equus caballus*, *Rhinoceros megarhinus*, *Hyaena brevirostris*, Süsswassermollusken, ähnlich den noch heute lebenden und — wie nach längerem Meinungsstreite endgültig festgestellt wurde — auch Knochen vom Menschen gefunden. Die Breccie ist also diluvialen Alters[3]; und da sie älter ist als die unten in der Ebene liegenden

[1] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1877. S. 571.

[2] Vergl. Naumann in Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1869. S. 194—201. Wenn das Material daher auch ausserdem noch in einem Wasserbecken zur Ausbreitung und Ablagerung gekommen sein sollte, so wäre das doch eben nur im Becken von la Puy der Fall und gälte von anderen Gegenden der Auvergne nicht.

[3] Bulletin soc. géol. France. 3 sér. T. IX. 1881. S. 282.

Schichten mit Rentierresten, so gehört sie dem älteren Quartär an, während DOUVILLÉ sie noch dem Oberpliocän zuteilt. Jedenfalls würde auch im letzteren Falle kein Grund gegen die Annahme vorliegen, dass damals Schnee- und Eismassen vorhanden waren, deren Schmelzwasser die Schlammtuffströme erzeugt hätte, welche heute als Peperine dort vorliegen. Hat ja doch das Centralplateau von Frankreich sogar sein Inlandeis in jener Zeit besessen.

Selbstverständlich liegt das Schwergewicht bei diesem Erklärungsversuche auf dem Vorhandensein von Schnee zur Zeit der Ausbrüche und nicht in der diluvialen Epoche. Es ist keineswegs erforderlich, dass die Ausbrüche, welche Peperine erzeugten, nur gerade in diluvialer Zeit erfolgt sein müssen. Wenn wirklich, 1894, S. 538, der Beginn der Vergletscherung sich bereits in jungpliocäner Epoche vollzog, oder wenn genügende Schneemassen noch zu Beginn alluvialer Zeit in den betreffenden Gebieten vorhanden gewesen sind, dann kann in letzteren zu jungpliocäner, diluvialer und altalluvialer Zeit sich Peperin gebildet haben; genau ebenso wie in kälteren Gegenden als jene noch heute durch schmelzenden Schnee Schlammtuffströme erzeugt werden, welche in der nächstfolgenden Epoche durch allmähliche Umwandlungen in Peperin übergehen werden. Ich hebe das hervor, weil ein Teil der Peperine des Centralplateaus von Frankreich älter als diluvial sein mögen.

Man wird nicht glauben, dass ich mit dieser kurzen Auseinandersetzung die Frage endgültig gelöst zu haben meine. Das ist überhaupt vom grünen Tische aus nicht möglich. Zwar sind mir alle drei Vulkangebiete aus eigener Anschauung bekannt; aber als ich dieselben bereiste, habe ich dieser Peperinfrage wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Es käme darauf an, die Verhältnisse in der Natur nun einmal unter diesem Gesichtspunkte zu betrachten.

Wäre meine Erklärung die richtige, dann würde also der Peperin als ein normaler Schlammtuff zu betrachten sein. Jedenfalls muss man daran festhalten, dass ein Schlammtuff durchaus nicht immer als Strom zu fliessen braucht. Letzteres wird er nur thun, wenn das Gelände ihn dazu zwingt. Auf ebenem Gelände und wenn er dickflüssig ist, wird er liegen bleiben und bald erhärten. Wiederholter Fall von Regen bezw. Schnee und Asche werden hier eine Absonderung in Bänke erzeugen. Reiner Aschenregen mag hier lose Bänke geben; dagegen bei stromartigem Bergabfliessen wird er sich zu mächtigen ungeschichteten Massen aufstauen können: Alles Erscheinungen, welche wir beim Peperin sehen.

Die Entstehungsweise von Maaren im allgemeinen.

Unter jedem Vulkane soll ein Maar begraben liegen. Das scheint durchaus nicht nötig zu sein.

Ansichten über die Entstehungsart der Maare: MONTLOSIER, v. STRANTZ, A. v. HUMBOLDT, KARL NAUMANN. Gestalt der Maare, Durchmesser, Tiefe, Tiefe der Maarkanäle; Zahl der Maare auf Erden. Unser vulkanisches Gebiet von Urach hat auf nur 20 □Meilen Fläche in seinen 127 Maaren viel mehr Maare als die ganze Erde zusammengenommen. VOGELSANG's Ansicht über die Entstehung der Maare. BISCHOF's und v. RICHTHOFEN's Meinung. GEIKIE. BEHRENS' Versuche. DAUBRÉE's Versuche bestätigen die ältere Ansicht. Unser vulkanisches Gebiet von Urach beweist die letztere als richtig.

Entstehung von Maaren in neuester Zeit; E. NAUMANN. Zustand nach der Entstehung. Noch ältere Entwickelungsstadien des Vulkanismus als Maare. Drei embryonale Stadien des Vulkanismus.

Es ist im zweiten Teile dieser Arbeit sicher erwiesen worden, dass die zahlreichen Tuffgänge unseres vulkanischen Gebietes von Urach nichts anderes sind, als die in die Tiefe hinabsetzenden Ausbruchskanäle einstiger Maare. Oben auf der Alb sind die Maarkessel noch zum ansehnlichen Teile deutlich erkennbar. Am Steilabfalle der Alb ist das gleichfalls noch teilweise der Fall. Im Vorlande der Alb verraten uns ganz vereinzelt, wie bei der Limburg No. 77, Bruchstücke geschichteten Tuffes das einstige Vorhandensein von Maarkesseln. Aber letztere sind hier, im Vorlande, ausnahmslos mit der Abtragung der Alb verschwunden.

Nicht weniger als 127 Maare also befanden sich in unserem Gebiete. An nicht weniger denn 127 Stellen nahm die vulkanische Kraft den Anlauf zur Erzeugung von Vulkanen; und an keiner einzigen derselben gelang ihr dies. Stets erstickte das vulkanische Leben bereits im ersten Keime. Denn offenbar ist das Stadium eines Maares der erste, gewissermassen embryonale Zustand eines werdenden Vulkanes. HUMBOLDT sagt (s. nächste Seite): Ein jeder Vulkanberg war einmal ein Maar, ein einfaches Loch in der Erdrinde, unter jedem Vulkanberge liegt ein Maar begraben. Ich glaube, dass man diese Ansicht nicht so scharf aussprechen darf. Aus jedem Maare zwar wird sich bei Andauern der vulkanischen Thätigkeit ein Vulkan entwickeln können. Aber nicht ein jeder Vulkanberg braucht aus einem Maare hervorgegangen zu sein. Viele Vulkanberge haben sich auf Spalten, d. h. auf Bruchlinien der Erdrinde aufgebaut, aus welchen die Schmelzmassen mehr oder weniger ungehindert aufsteigen konnten. Diese Spalten mögen an der Ausbruchsstelle noch

durch Gasexplosienen erweitert worden sein. Aber sie sind etwas ganz anderes als unsere röhrenförmigen Maarkanäle, welche sich unabhängig von Spalten bildeten (S. 623 ff.).

Maare sind sehr selten auf Erden. Gilbert (s. später) giebt sogar nur deren 50 auf der ganzen Erde als bekannt an. Sie sind gewiss darum selten, weil, wenn einmal vulkanische Kraft sich den Ausweg an die Erdoberfläche verschafft hatte, sie in der Regel eine Zeit lang sich den Weg offen erhielt. So dass die sich selbst ausweidende Erde dann einen mehr oder weniger hohen Vulkanberg an der Erdoberfläche aufbauen konnte. Nur ausnahmsweise erstickte diese Kraft im Keime, das Maar blieb erhalten.

Gewiss ist das zu allen Zeiten so gewesen, stets wird es hier und da neben vielen Vulkanen einzelne Maare gegeben haben. Aber die Maare alter längstvergangener Zeiten sind zerstört; ihre Tuffgänge bis auf grosse Tiefe hinab abgetragen, so dass nun die Füllung des Ausbruchskanales mit festem[1] Gesteine zum Vorschein kommt. Kein Mensch kann dann ahnen, dass er hier vor dem unteren Ende eines Ausbruchskanales steht, welcher einst hoch oben an der früheren Erdoberfläche als Maarkessel mündete.

Diese Seltenheit der Maare, sowie der Umstand, dass wir in ihnen embryonale Vulkanbildungen vor uns haben, macht dieselben ganz besonders interessant. Die Frage nach ihrer Entstehungsweise ist daher eine naheliegende.

Montlosier[2] soll der erste gewesen sein, welcher 1789 die Entstehung der Maare auf eine Explosion von Gasen zurückführte und für dieselben den Ausdruck „Cratères d'explosion“ anwendete.

Dann verglich v. Strantz dieselben mit den Bildungen, welche bei Explosionen von Pulverminen entständen. Er zeigte, wie bei letzteren ein Teil der hochgeworfenen Masse in die Öffnung zurückfällt, ein anderer Teil aber sich zu einem Walle rings um dieselbe anhäuft, so dass nun innerhalb desselben eine Vertiefung entsteht[3].

Diese Anschauung von der Entstehung der Maare erlangte um so schneller allgemeine Anerkennung, als Alex. v. Humboldt[4]

---

[1] S. S. 669.

[2] Graf Montlosier, Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne. 1789. Ich citiere nach C. F. Naumann, Lehrbuch der Geognosie. I. 1859. S. 176.

[3] Über die verschiedene Gestaltung der Krater und Erkennungszeichen ihrer Entstehung. Übersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Gesellschaft f. vaterländ. Kultur. Breslau 1846. S. 48.

[4] Kosmos. Bd. IV. S. 277—279.

sie zu der seinigen machte. Er sagt: „Die Maare erscheinen als Minentrichter, in welche nach der gewaltsamen Explosion von heissen Gasarten und Dämpfen die ausgestossenen lockeren Massen (Rapilli) grösstenteils zurückgefallen sind.“

Karl Naumann bespricht gleichfalls die Entstehungsweise der Maare in diesem Sinne in einer brieflichen Mitteilung an G. Leonhard [1]. Er sagt darüber das Folgende: „Bei meinem vorjährigen Ausfluge in die Auvergne hatte ich auch Gelegenheit, einige Maare oder Explosionskratere zu sehen. Dass diese letztere, von Montlosier gebrauchte Benennung die Bildungsweise der meisten Maare ganz richtig ausdrückt, dieses scheint mir kaum bezweifelt werden zu können. Am Ende muss doch jeder Krater ursprünglich durch Explosion in seinem Untergebirge eröffnet worden sein, wenn auch später durch die fortgesetzte explosive Thätigkeit rings um den zuerst gebildeten Schlund ein mächtiger Wall, oder über ihm ein kegelförmiger Berg von Schlacken, Lapilli und vulkanischem Sand aufgehäuft worden ist, durch welchen der anfänglich ausgesprengte Krater teilweise oder gänzlich verdeckt wurde.

Es war ja nicht eine einzige Explosion, wie die einer Pulvermine, sondern es war, wie Poulett Scrope dies so richtig hervorhebt, eine fortwährende Reihe von Explosionen, durch welche die Bildung des Kraterschlundes, des Schlackenwalles und endlich des mehr oder minder hochaufragenden Schlackenberges bewirkt worden ist, auf dessen Gipfel nur noch eine kesselförmige Vertiefung die aufwärts projizierte Stelle des unter ihr ausgesprengten Kraterschlundes erkennen lässt. Erreichte die Reihe der Explosionen sehr bald ihr Ende, so erblicken wir diesen in dem Untergebirge eröffneten Schlund, dessen steile Wände dasjenige Gestein erkennen lassen, welches durchsprengt worden ist, während am oberen Rande desselben eine mehr oder weniger hohe wallartige Anhäufung von Schlacken, Lapilli und Lavasand, untermengt mit Fragmenten des durchsprengten Gesteines zu sehen ist.“

Diese Ansicht von der Entstehung der Maare durch minenartige Explosionen ist wohl die allgemein herrschende geworden [2],

[1] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1869. S. 843—847.

[2] Vergl. die Lehrbücher von C. Vogt, Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde. 4. Aufl. Braunschweig 1879. II. S. 327. § 1267. H. Credner, Elemente der Geologie. 5. Aufl. Leipzig 1883. S. 144. v. Fritsch, Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888. S. 389—394. Leonhard, Grundzüge der Geognosie und Geologie. 4. Aufl. durch Hörnes S. 259. Kayser, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. Stuttgart 1893. S. 333. Ule, Die Erde. 2. Aufl. S. 202. Neu-

obgleich 1864 VOGELSANG in seiner preisgekrönten Arbeit über die Vulkane der Eifel den Versuch machte, diese Auffassung zu beseitigen und durch eine andere zu ersetzen.

Die äussere Gestalt der Maare ist, nach der üblichen Definition, gekennzeichnet durch eine Trichterform, wie man solche aus einer Explosion sich hervorgegangen denkt. Wir werden sehen, dass dem auch anders sein kann. Der Umkreis dieses Trichters ist jedoch nicht immer kreisförmig, sondern sehr oft oval. Das gilt namentlich auch von den gut erhaltenen Maaren der Eifel.

Der Durchmesser schwankt innerhalb weiter Grenzen. Das ovale Holzmaar in der Vordereifel hat Durchmesser von[1] etwa 300 und 226 m. Der Laacher See hatte früher, vor der Senkung seines Spiegels[2], ca. 2500 und 1500 m. Derselbe ist bedeutend grösser als alle Maare der Eifel. Das Randecker Maar No. 39 im Gebiete von Urach besitzt einen Durchmesser von 1000 m. Der Maarsee von Apoya in Centralamerika ist 2782 m lang und 1392—1859 m breit. Wenn in Italien der Braccianer See und derjenige von Bolsena Maare sein sollten, so hätten wir solche von 10,5 km Durchmesser im ersteren Fall und 16 bezw. 14,5 km im zweiten. Es sind das aber wohl sicher Einsturzkratere.

Die Tiefe des Maarkessels bezw. Trichters hängt bei den Maaren offenbar zunächst von der Mächtigkeit der Ausfüllungsmasse ab. Füllt letztere den Kanal bezw. Trichter bis fast an seine Mündung an der Oberfläche hin aus, so besitzt das Maar nur eine geringe Tiefe. Bleibt dagegen die Füllmasse mehr in der Tiefe des Kanales, so ist der leere Raum des letzteren, der Kessel tiefer. Es mag ferner auch die Heftigkeit der Explosionen in denjenigen Fällen, in welchen es sich um richtige Trichterbildung handelt, je nachdem tiefere oder flachere, zugleich grössere oder kleinere Trichter erzeugen. Endlich spielt selbstverständlich die Abtragung eine allerdings nur secundäre Rolle.

Centralamerika[3] besitzt eine Anzahl von Maaren, welche zwischen

mayr, Erdgeschichte. I. S. 219 u. A. v. Dechen spricht sich ganz entschieden für die Entstehung der Maare durch Explosionen aus. Gümbel, Grundzüge der Geologie in „Geologie von Bayern". Kassel 1888. S. 1143. Nachtrag zu S. 348 sagt nichts Näheres über den Vorgang.

[1] 80 und 60 Ruten nach v. Dechen. Die Rute zu 4 m gerechnet.

[2] 664 und 400 Ruten nach v. Dechen.

[3] K. v. Seebach, Über Vulkane Centralamerikas. Aus den nachgelassenen Aufzeichnungen. Abhandl. d. Königl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. Bd. XXXVIII. 1892. S. 61—63. Ferner Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. Bd. XVII. 1865. S. 458.

den Seen von Nicaragua und von Managua liegen und ganz bedeutende Tiefen besitzen. Unter diesen ist der See von Apoya von ovalem Umrisse, etwa 1½ Seemeilen = 2782 m lang und ¾ bis 1 Seemeile = 1392—1859 m breit. Die Höhe seiner Ränder bis auf den Wasserspiegel hinab schätzte v. SEEBACH auf 150 m. Noch gewaltiger ist der Trichter des Sees Asososca, bei welchem die Steilränder 260 m tief abfallen und sich unter dem Wasserspiegel noch 100—130 m tief fortsetzen. Die Tiefe des Kessels bezw. Trichters beträgt hier also 360—390 m[1].

Sehr viel weniger tief sind die Maartrichter der Eifel. Die tiefsten Maare sind hier nur gegen 530 Fuss tief; denn das Pulvermaar bei Gillenfeld hat bis zum Spiegel des auf seinem Grunde liegenden Wasserbeckens eine Tiefe von 230 Par. Fuss, während die grösste Tiefe des Sees mit 302 Par. Fuss angegeben wird[2].

Dem gegenüber sind unsere Maare mit ihrer von 60 m bis auf 0 m hinabgehenden Tiefe sehr flach; aber sie sind eben bereits alt, also abgetragen und zugeschüttet.

Noch weiter gehen die 17 Diatremata in Südafrika (s. später), denn hier ragt die tuffige Füllmasse in Gestalt kleiner Erhebungen von mehreren Metern Höhe empor. Ein Kessel ist also nicht mehr vorhanden. Ich sage nicht „mehr“; denn dass ein solcher früher vorhanden gewesen ist, das dürfte nach Analogie mit unsern Maarkesseln der Alb sehr wahrscheinlich sein; wenngleich es ja auch denkbar ist, dass jene Kanäle Südafrikas bis an den Rand hin mit tuffiger Masse erfüllt wurden, so dass gar keine Kesselbildung entstand. Immerhin ist die Hervorragung, welche jetzt die tuffige Füllmasse dieser Kanäle zeigt, nur ein Werk der Erosion. Wir haben in der Gruppe von Urach ja ganz dieselbe Erscheinung, dass der widerstandsfähigere Tuff auf solche Weise schliesslich über seine Umgebung hervorragt. Ob aber nicht jene kesselförmigen Vertiefungen

[1] Diese Maare Centralamerikas sind darum bemerkenswert, weil auf dem Grunde einiger derselben noch heute dann und wann Ausbrüche vulkanischer Gase stattfinden: Ein Zeichen, dass hier die vulkanische Thätigkeit noch in den letzten Zügen liegt, während sie an anderen Orten meist bereits längst erloschen ist. Durch diese aus der Tiefe ausbrechenden Gase, welche im Maarsee Tiscapa schweflige Säure führen, werden die Fische in grosser Menge getötet. Auch in der Eifel steigt aus dem Laacher See noch Kohlensäure auf; und in unserem Gebiete von Urach haben wir kohlensäurehaltige Quellen noch im Maare von Kleinengstingen No. 29.

[2] v. Dechen, Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 50.



Südafrikas, welche man als Pans bezeichnet, doch ganz derselben Bildung angehören, nur weniger erodiert sind?

Die Tiefe der Maarkanäle entzieht sich natürlich völlig der direkten Beobachtung. Dass überhaupt Maare mit solchen Kanälen runden oder ovalen Querschnittes in Verbindung stehen, hat man bisher nicht gewusst; in der Gruppe von Urach lässt es sich zum ersten Male thatsächlich beobachten.

Hier, in der letzteren, kann man die Tufffüllung der Kanäle bis in eine Tiefe von 6—800 m hinab verfolgen. Mindestens also eine solche Länge besitzen hier die Kanäle. Mindestens auf eine solche Erstreckung hin sind die Schmelzmassen nicht auf Spalten emporgestiegen, welche die gebirgsbildenden Kräfte ihnen öffneten, sondern haben sie sich selbst den Weg durch ihre Gasexplosionen ausgeblasen.

Bei den Diatremata der Karoo-Formation — welche ja doch ebenfalls durch Gasexplosionen entstanden sind, gleichviel woher letztere kommen — bei diesen Diatremata hat Chaper die Tiefe auf 300 m geschätzt. Das geschah allerdings nur auf Grund des fast steten Fehlens der Granite unter den Einschlüssen im Tuffe (s. später), ist also unsicher. Thatsächlich verfolgt hat man bis jetzt den Tuff hinab bis in eine Tiefe von 150 m.

Damit aber ist alles erschöpft, was wir über die Tiefe solcher durch Gasexplosionen erzeugten Kanäle angeben können.

Die Zahl der Maare, welche auf Erden bekannt sind, entzieht sich einer genaueren Angabe. Man müsste die ganze vulkanische Litteratur daraufhin sehr genau durchsehen, denn die Maare sind oft nur nebenbei erwähnt. Gilbert[1] führt an, dass die Gesamtzahl aller bekannten Maare noch nicht 50 erreiche. Mir scheint diese Summe indessen entschieden zu niedrig gegriffen.

Im Laacher See-Gebiete haben wir 2 Maare: den Laacher See und den Wehrer Bruch[2].

In der Hohen Eifel werden 5 Maare gezählt: das Ülmer Maar, die Weiher Wiese, Mosbrucher Wiese, das O.- und das W.-Maar bei Boos[3].

---

[1] The moon's face. Philosoph soc. of Washington. Bull. Vol. 12. 1893. S. 241—292 ff. 3.

[2] v. Dechen, Geognostischer Führer zum Laacher See. Bonn 1864. S. 133—136.

[3] Dagegen der kraterförmige Kessel bei dem W.-Maare von Boos, sowie der im N. von Boos werden durch v. Dechen nicht als Maare bezeichnet. Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 205, 207.

Die Vorder-Eifel besitzt 25 Maare; dazu kommen vielleicht noch einige der Kesselthäler, von welchen in dem Abschnitte „Maarähnliche Bildungen“ die Rede ist. Ich gebe die folgende Aufzählung dieser Maare in ausführlicher Weise, um dabei zugleich zu zeigen, dass ganz dieselbe Einteilung, welche sich durch die Erosion für die Maarkessel der Gruppe von Urach ergiebt (S. 654), auch für diese der Eifel gilt. v. Dechen[1] giebt ihre Übersicht in der folgenden Weise, wobei die oben genannten Maare der Hohen Eifel ebenfalls mit erwähnt werden.

Die ganz geschlossenen Maare, mit vollständiger, an keiner Stelle durchbrochener Umwallung sind: das dürre Maarchen, das Pulvermaar bei Gillenfeld, das flache längliche Maar SO. vom Pulvermaar, das Dorfmaar bei Udeler, das Gemünder Maar, das Weinfelder Maar bei Daun.

Die Maare, deren Umwallung nur allein durch ein Abflussthal unterbrochen ist, aus denen also nur ein abfallendes Thal hervortritt, sind: das kleine S. von Immerath gelegene Maar, das Immerather Maar, das Maar aus welchem der Diefenbach heraustritt, das Maar SO. von Elscheid, das Maar von Oberwinkel, das Maar von Niederwinkel, der Mürmesweiher oberhalb Saxler, das Doppel-Maar von Schalkenmehren, die Kratzbeck SO. von Mehren, das Maar zwischen dem Pfennigsberge und dem Hoh-Licht. Von derselben Beschaffenheit sind die in der Hohen Eifel gelegenen Maare: das Ülmer Maar, die Weiher- und Flurwiese, die beiden zusammenhängenden Maare von Boos.

Die Maare, welche einen Zufluss und einen Abfluss haben, wobei aber das Thal nicht durch dieselben mitten hindurchgeht, sondern immer seitlich liegt, so dass die Maarfläche sich nur auf einer Seite des durchgehenden Thales ausdehnt, sind: das Holzmaar bei Udeler, das Meerfelder Maar, der Dreiher Weiher, der Duppacher Weiher und das Mosbrucher Maar in der Hohen Eifel.

Die Maare, welche nur eine teilweise Umwallung haben, sind das Walsdorfer Maar, das Maar S. von Auel und die beiden Maare zwischen dem Waldhauser und Killenberg bei Steffeln.

Rozet zählt in der Auvergne 7 Maare auf[2]: Der Gour-de-Tazena bei Manzat im Granit ausgesprengt. Sodann ein Maar am S.-Fusse des Puy de Coquille, im Domit ausgesprengt, ohne irgend-

[1] Geognostischer Führer zur Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 227.

[2] Mémoire sur les volcans de l'Auvergne. Mém. soc. géol. France. Paris 1844. S. 119 pp.

welche Aschen- oder Schlacken-Auswürflinge. Ferner war ein Maar am Fusse des Puy-de-l'Enfer im Basalt ausgesprengt. Viertens der lac Pavin ebenfalls im Basalte. Ein anderer Maarsee, von ovalem Umrisse, liegt am Fusse des Mont-Cinère. Ein weiterer kreisrunder, 4 km von jenem nach W., wird lac Chauvet genannt, er liegt im Basalt. Ebenfalls im Basalte findet sich der oberhalb la Godivel gelegene Maarsee.

Somit haben wir in den beiden bisher bekanntesten Maargebieten der Erde die folgende Anzahl von Maaren:

Rheinisches Gebiet 32,
Auvergne . . . . 7.

Dazu gesellen sich nun die Maare, welche aus anderen vulkanischen Gegenden bekannt sind, wie Centralamerika, Vorderindien, Sundainseln, Japan (s. später).

Ob gewisse Seen Italiens — Albaner, Nemi-, Braccianer, Bolsena-See — Maare oder grosse Einsturzkratere sind, ist strittig. Aus Nordamerika sind mir keine Maare bekannt, Dana[1] erwähnt dieselben überhaupt nicht. In England scheinen sie ebenfalls zu fehlen, denn Lyell[2] sagt gar nichts über Maare und Geikie[3] führt kein einziges aus England an.

Es ergiebt sich also, dass die Zahl der Maare auf Erden wohl eher mehr als weniger denn 50 betragen wird. Wenn das aber auch der Fall ist, unser vulkanisches Gebiet von Urach besitzt auf einer Fläche von nur 20 □Meilen in seinen 127 Maaren viel mehr solcher Bildungen als die ganze Erde zusammengenommen.

Gegen die geläufige Definition des Begriffes „Maar“ als Explosionskrater sind durch H. Vogelsang[4] schwerwiegende Gründe geltend gemacht worden. Derselbe weist zunächst darauf hin, dass die Maare nicht von den Eruptionskrateren getrennt werden dürfen, dass Maare also Kratere sind. Aber die Maare sind nicht etwa denjenigen Krateren gleichwertig, welche sich hoch oben auf dem Gipfel der Vulkane befinden, eingesenkt in die Lava- oder die Schlackenmassen

---

[1] Manual of geology 3. Ausgabe.
[2] Principles of geology. 1872. 11. Ausgabe.
[3] Text-book of geology. 1893. 3. Aufl. S. 240.
[4] Die Vulkane der Eifel, in ihrer Bildungsweise erläutert. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Vulkane. Haarlem 1864. Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. 21. deel. S. 41.

des Aschenkegels. Ein Maar ist vielmehr gleichwertig demjenigen Krater, mit welchem die Bildung des jetzigen Vulkanberges einst begann; also der trichterförmigen Kraterbildung, über welcher die ganze Masse des Vulkanberges sich allmählich aufgeschüttet hat. Den Maaren entspricht mithin bei den Vulkanbergen ein längst nicht mehr sichtbarer verschütteter, in der Basisfläche des Vulkanes gelegener, einstiger Krater.

Es liegt also unter jedem Vulkane ein einstiges Maar begraben. (Meine Bedenken gegen solche Auffassung habe ich S. 703 geäussert.) Die aber an der Erdoberfläche noch sichtbaren Maare sind, nach oft gebrauchtem, kennzeichnendem Ausdrucke, Vulkan-Embryonen, also Vulkane, deren Wachstum bereits in dem embryonalen Stadium aufgehört hat.

Wie der Vulkan später aus dem Embryo sich weiter entwickelte, das wissen wir, es geschah durch Aufschüttung. Auf welche Weise entstand aber der Embryo? Um diese Frage zu beantworten, zeigt Vogelsang, wie sich die Wirkung einer Pulvermine durch eine Kugel ausdrücken lässt, deren Mittelpunkt in der Ladung liegt, während die Grösse ihres Radius abhängig ist von der Explosionskraft und der Grösse des Widerstandes, welchen das umgebende Gestein bildet. Infolge dieses Widerstandes nimmt die Intensität der Explosionskraft vom Mittelpunkte nach der Peripherie hin stark ab. Wir werden daher drei verschiedene Fälle unterscheiden können:

Nur wenn die Explosion einer bestimmten Ladung verhältnismässig nahe der Erdoberfläche erfolgt, ist sie im stande, einen Trichter auszuwerfen.

Legt man dagegen dieselbe Ladung in demselben Gesteine entsprechend tiefer, so vermag die Explosionskraft nur noch die Erdoberfläche an dieser Stelle hoch zu heben, so dass sie in radialen Spalten aufreisst.

Wird unter denselben Umständen dieselbe Ladung abermals wesentlich tiefer gelegt, so vollzieht sich schliesslich nur eine Erderschütterung ohne Spaltenbildung an der Erdoberfläche.

Vogelsang entnimmt zunächst seiner Darstellung, dass der Ausdruck „minenartige Explosion“ ein durchaus unbestimmbarer ist. Bei der Entstehung der Maare dürfte offenbar nur an Explosionen der ersten Art gedacht werden, welche in verhältnismässig nur geringer Tiefe stattfanden. Es müsste ferner an der Erdoberfläche rings um die Peripherie eines so entstandenen Trichters eine Zone sich be-

merkbar machen, in welcher das Gestein gehoben und von Spalten zerrissen ist: Erscheinungen, welche nach aussen immer mehr abnähmen. Zum mindesten würden diese peripherischen Störungen in grösserem Masse sich in jedem festeren Gesteine bemerkbar machen; wogegen sie in Sandboden durch das sofortige Nachsinken der Masse sich wieder verwischen. Nur in einem losen, schüttigen Gesteine also, wie Sand und vulkanische Asche, würden wir den Anblick eines regelmässigen Trichters haben. Im festen Gesteine würde dagegen die peripherische Zertrümmerungszone sich dem inneren Trichter gegenüber stark bemerkbar machen. Schliesslich müsste bei einer Mine gefordert werden, dass das Volumen der ausgeworfenen Masse genau gleich dem Inhalte des Trichters sei.

Weiter frägt sich VOGELSANG nun, ob und wie weit die Maare diesen an einen Explosionstrichter zu stellenden Anforderungen gerecht werden und gelangt hierbei zur gänzlichen Verneinung. Die Maare der Auvergne sind zum Teil in festen, unzerstörten Granit derart eingesenkt, in welcher eine Flintenkugel ein rundes Loch durch ein Brett schlägt. „Glaubt man nun wirklich, dass irgend eine Pulvermine ein rundes Loch aus diesem Gestein herausschlagen würde?"

Die unversehrte Trichterform solcher Maare spricht ihm also entschieden gegen ihre Entstehung durch eine Explosion. Dasselbe Urteil aber wird gefällt durch die bisweilen sehr geringe Menge der Auswurfsmassen, welche sich um einen Teil dieser Maare angehäuft findet. Einzelne Maare sind nur von einem kleinen, andere aber von gar keinem Ringwall ausgeworfener Massen umgeben.

Es gesellen sich dazu noch andere Unwahrscheinlichkeiten. Das Schalkenmehrener und das Weinfelder Maar liegen dicht nebeneinander, nur durch einen schmalen Grat getrennt. Wie konnte, so frägt der Autor, bei einer Explosion, deren Herd doch offenbar in ziemlicher Tiefe unter dem tiefsten Punkt dieser Maare lag, dieser schmale Grat bestehen bleiben, gleichviel, ob beide Trichter gleichzeitig oder nacheinander entstanden? Dasselbe gilt von dem naheliegenden Gemünder Maar.

Die Gesamtheit dieser Gründe ist nun von VOGELSANG für so zwingend erachtet worden, dass er auf die ältere[1] Anschauung wieder zurückgriff, welche die Maare nur für das Ergebnis von Einsenkungen, nur für Erdfälle betrachtete. Wenn sonst, so schliesst er, keine

[1] Vergl. darüber die Bemerkungen auf S. 559 seiner Arbeit.

anderen Beweise für einstige vulkane Thätigkeit in der Gegend vorhanden wären, so würde man gewiss die Kraterseen der Auvergne und diejenigen ringförmigen Kesselthäler der Eifel, welche gar keine Auswurfsmassen zeigen, für einfache Erdfälle ansehen. Auch die beiden Kraterseen von Albano und Nemi bei Rom stellen runde Trichter dar, welche in den Peperin eingesenkt sind, ohne jede Spur von Auswürflingen.

Vogelsang geht, bezüglich der Entstehung solcher Einsenkungskessel, von der Vorstellung aus, dass unterhalb aller vulkanischen Gebiete eine Verdünnung der Erdrinde stattfindet; dergestalt, dass hier die glühenden Massen nur in einer verhältnismässig geringen Tiefe unter der Erdoberfläche anstehen. An diesen Stellen wird die Erdrinde langsam von innen her abgeschmolzen, so dass die Schmelzmassen hier höher und höher steigen. Auch wenn das Meer oder grössere Süsswasserbecken nicht in der Nähe sind, so werden doch einzelne Wasserläufe wenigstens mit diesen allmählich aufwärts dringenden Schmelzmassen in Berührung kommen. Es müssen hierbei Dampfexplosionen erfolgen. Da aber die Dämpfe in der Tiefe ihre grösste Spannkraft besitzen, so werden sie auch hier grössere Zerstörung anrichten, als an der Oberfläche. Während letztere vielleicht nur durch dieselben gelockert wird, während hier nur eine heisse Quelle, eine Dampf-Exhalation oder auch ein schwacher Aschen- und Schlackenauswurf sich bemerkbar machen, ist in der Tiefe bereits eine mächtige Höhlung ausgesprengt worden. Dadurch erfolgt dann endlich ein Nachsinken der oberen Massen, also die Bildung eines hohlen Trichters an der Erdoberfläche. Man sieht sogleich, dass Vogelsang niemals eine solche Vorstellung hätte gewinnen können, wenn er gewusst hätte, dass ein Maartrichter nichts anderes ist, als die obere Endigung eines senkrechten Kanales von rundlichem Querschnitte, welcher die Erdrinde durchsetzt. Aber erst das Gebiet von Urach gewährt uns diese Erkenntnis.

So sind also nach Vogelsang in der Eifel nicht nur diejenigen Kesselthäler, welche keinerlei Auswurfsmassen aufweisen, sondern auch im allgemeinen die mit letzteren versehenen Maare durch Einsturz entstanden. In einzelnen Fällen, wie beim Schalkenmehrener und Weinfelder Maar, lässt Vogelsang jedoch auch eine Entstehung durch Explosion zu.

Wir wollen nun diese Darlegungen Vogelsang's näher prüfen: Zunächst stellt sich einer solchen Erklärungsweise dieselbe Schwierigkeit entgegen, welche die bekannte Hypothese Mallet's zu Fall

bringt. Nach diesem geht der Schmelzfluss aus eingeschmolzenem, bereits fest gewesenem Gesteine der Erdrinde hervor. Die dazu nötige Wärme aber wird erzeugt durch Reibung der Erdschollen aneinander, also durch Umsetzung dieser Bewegungsform in Wärmebewegung. Wäre das richtig, dann müsste die Lava jedesmal dieselbe Zusammensetzung zeigen, wie das angeblich eingeschmolzene Gestein, was aber nicht der Fall ist.

Ebenso bei VOGELSANG: Wenn die geschmolzenen Massen der Tiefe dadurch höher und höher steigen, dass sie die Erdrinde an dieser Stelle einschmelzen, so muss die Beschaffenheit der Schmelzmassen durch diejenige der eingeschmolzenen Gesteine mitbedingt sein. Wären irgendwelche Sedimentärgesteine, wie Kalke oder Sandsteine eingeschmolzen, so müsste daraus ein Eruptivgestein von ganz auffallender Zusammensetzung hervorgehen. Das zeigt sich aber nirgends, also dürfen wir an Einschmelzen nicht denken.

Es will dann weiter bei der von VOGELSANG gegebenen Erklärung noch ein anderes nicht recht einleuchten: Wenn den feurigflüssigen Massen der Tiefe die Fähigkeit zukommt, die Erdrinde an einigen Stellen einzuschmelzen, an welchen dieselbe dünner ist, warum schmelzen sie dann die Erdrinde nicht auch an allen anderen Stellen ein? Diese Frage ist um so mehr gerechtfertigt, als an diesen letzteren „anderen“ Stellen ja die Erdrinde dicker sein, d. h. in grössere Tiefe hinabreichen soll; und in dieser ist sie doch wärmer, erweichter, also gerade leichter einschmelzbar. Wogegen sie an den ersteren Stellen, an welchen sie VOGELSANG eingeschmolzen werden lässt, dünner sein, d. h. nicht so tief hinabreichen soll, also gerade weniger warm und erweicht, mithin schwerer einschmelzbar sein müsste.

Indessen scheint mir diese Einschmelzungsfrage mehr das Nebensächliche an der von VOGELSANG vorgetragenen Erklärungsweise zu sein. Der Schwerpunkt der letzteren dürfte vielmehr darin liegen, dass er die Entstehung der die Erdrinde durchbohrenden Löcher auf Einsturz zurückführt, die Explosionskratere also in Einsturz- oder Senkungskratere verwandelt.

Das was VOGELSANG zu gunsten dieser letzteren und gegen die Explosionskratere anführt, scheint nun freilich recht einleuchtend. Seine Auseinandersetzung behält auch vollkommen ihre Geltung, wenn man die feurigflüssigen Massen nicht, wie er will, durch Einschmelzung sich ihren Weg selbst bahnen, sondern einfach auf vorhandenen Spalten aufsteigen lässt. VOGELSANG deutet das schon an,

und wenn er nicht 1864 sondern heute, nach fast 30 Jahren seine Arbeit geschrieben hätte, so würde er vielleicht auch auf die Einschmelzung ganz Verzicht geleistet haben.

In gleicher Weise wie VOGELSANG sucht übrigens auch G. BISCHOF[1] die Maare, wie überhaupt die Vulkanbildungen durch Senkungen zu erklären.

Bei oberflächlicher Betrachtung könnte es scheinen, als wenn auch VON RICHTHOFEN[2] einen Teil der Maare als durch Einbruch entstanden ansieht. Er will nämlich bei dem, was man Maare nennt, zwei hinsichtlich ihrer Entstehung ganz verschiedene Dinge auseinandergehalten wissen. Diejenigen sogenannten Maare, an deren Rand keinerlei Auswurfsstoffe zu bemerken sind, betrachtet er gleichfalls als Einsturzbecken. Übrigens ist das insofern misslich, als ja diese Auswurfsstoffe, wie wir fast ausnahmslos bei allen Maaren der Gruppe von Urach sehen, durch die Erosion später entfernt worden sein können, so dass dieses Merkmal für die Erkennung von Einsturzbecken jedenfalls kein durchgreifendes ist; denn unsere Maare bei Urach sind sicher durch Explosion entstanden. Bei allen Maaren dagegen, deren Rand von ausgeworfenem Gesteine umgeben ist, erklärt VON RICHTHOFEN die Entstehung durch explodierende Gase für unanfechtbar.

Wenn man nun „Maar“ für ident mit den „Explosionskrateren“ bezeichnen muss, dann ist es überhaupt unstatthaft, ein Einsturzbecken mit dem Ausdrucke Maar zu belegen. Dieser Ansicht ist wohl auch VON RICHTHOFEN, so dass er nicht etwa zur Stütze jener von VOGELSANG und BISCHOF vertretenen Ansicht citiert werden darf. Freilich wird es unter Umständen sehr schwierig sein, ein echtes Maar, dessen Umwallung nur durch Erosion spurlos vertilgt worden ist, von einem maarähnlichen Einsturzbecken zu unterscheiden. Diese Schwierigkeit tritt uns in der Eifel entgegen.

In gelindem Masse und bei gewissen Fällen will GEIKIE eine Senkung bei Entstehung der Maare gelten lassen. Derselbe berichtet in dem unten aufgeführten Lehrbuche über ein Maar in Vorder-Indien[3]. Dasselbe, Lonar Lake genannt, liegt halbwegs zwischen Bombay und Nágpúr und ist in der dortigen weit ausgedehnten Basaltdecke ausgeblasen. Der Durchmesser beträgt etwa $^1/_4$ geo-

[1] Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Bd. III. 2. Aufl. Bonn 1866. S. 105—117 u. 148.

[2] Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 271.

[3] Text-book of geology. 1893. 3. Aufl. S. 240.



graphische Meile, die Tiefe 3—400 englische Fuss. Dieses Maar ist ausgezeichnet dadurch, dass der seinen Boden bedeckende See natronhaltig ist; auf solche Weise scheiden sich Krystalle von Trona aus. Der dieses Maar umgebende Wall besteht aus Basaltblöcken; seine Höhe wechselt zwischen 40 und 100 Fuss, so dass in ihm kaum der tausendste Teil der Massen wieder zu finden ist, welche vor der Explosion den jetzigen Hohlraum erfüllt haben. Wenn nun auch, so meint Geikie, ein Teil der herausgeblasenen feinen Massen fortgeweht und durch Denudation entfernt sein mag, so hat sich doch das Maar nach seiner Bildung durch Explosion noch durch spätere Senkung vertieft.

Geikie nimmt also an derselben Erscheinung Anstoss, welche auch Vogelsang veranlasste, die Entstehung der Maare auf Senkung zurückzuführen. Allein während dieser die Maare ganz allein durch Senkung entstehen lässt, so dass die Explosionen und der Auswurf erst später aus dem bereits vorher gebildeten Loche vor sich gingen, so folgert Geikie gerade umgekehrt: Erst die Bildung des Maarkessels durch Explosion, dann Vertiefung desselben durch Senkung.

Unser Gebiet von Urach giebt keine Antwort auf die Frage, ob diese Ansicht Geikie's das Richtige trifft oder nicht. Sicher wird in einer, durch lose Auswurfsmassen erfüllten Röhre ein allmähliches Sichsetzen ersterer stattfinden müssen. Dadurch entsteht natürlich eine Vertiefung des Maarkessels. Aber Geikie scheint noch eine andere Art der Senkung im Auge zu haben als dieses Sichsetzen der losen tuffigen Füllmasse des Kanales.

So einleuchtend nun auch die gegen die Auffassung der Maare als Explosionstrichter gerichteten Ausführungen Vogelsang's zu sein scheinen — die neueren experimentellen Untersuchungen sprechen doch entschieden gegen ihn.

Weniger gilt das von den Versuchen, welche Behrens angestellt hat, um die Gestalt von Maaren zu erzeugen; denn er wendete keine explodierenden Gase an, welche ja gerade die Maare bilden sollen[1], sondern einen kontinuierlichen Luftstrom, welcher durch Sand hindurchgetrieben wurde. Durch diesen erhielt er bei einer Blasöffnung von 1 mm Durchmesser einen Kanal, welcher unten sehr eng war, sich jedoch in der oberen Hälfte trichterförmig erweiterte. Mischte er dem Sande ein wenig Pulver von Tuff und Bimsstein zu, so wur-

[1] Vergl. das Referat im Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1893. I. S. 82.

den diese leichteren Bestandteile an die Oberfläche getrieben. Zugleich entstand ein weiterer Trichter mit flachem Boden. Zeitweilig bildete sich eine Unterhöhlung und dann Einsturz des letzteren. Zuletzt erfolgte gewaltsames Ausblasen, welches die Windöffnung blosslegte. Wurden dagegen dem Sande Gesteinsbröckchen, also gröbere Teilchen, beigemengt, so bewirkten diese eine Hebung und Zerklüftung der (weichen) Oberfläche und excentrische Auswürfe. Dabei entstanden noch weitere Kessel mit flachem Boden und geringer Aufschüttung am Rande. Öfters besass der Kessel den 150fachen Durchmesser der, hier 1,5 mm messenden, Auswurfsöffnung. Auch diesmal bildeten sich birnförmige Aushöhlungen, deren Einsturz dann jedesmal von heftigem Auswurfe gefolgt wurde.

Ganz andere Wichtigkeit dagegen besitzen die Versuche, welche Daubrée mit explodierenden Gasen angestellt hat. Diese lassen uns die Möglichkeit einer Entstehung solcher die Erdrinde durchbohrenden Kanäle durch explodierende Gase erkennen[1]. Daubrée hat dargethan, dass heisse Gase unter hohem Drucke durch ihre mit grosser Schnelligkeit sich wiederholenden Explosionen im stande sind, Kanäle durch Cylinder festen Gesteines zu bohren und deutliche Erosionsspuren in Gestalt von Furchen auf deren inneren Wänden zu erzeugen. Wo irgendwelche feinen Sprünge im Gestein vorhanden waren, benutzten die Gase diese zum Ausweg und verwandelten dieselben in Kanäle, welche wie mit dem Locheisen durch das Gestein gestossen schienen. Wo aber Sprünge fehlten, da gaben selbst die geringsten Unterschiede in der Dicke oder Widerstandsfähigkeit des Gesteines an seinen verschiedenen Punkten die Ansatzstelle für die Einwirkung der Gasmassen und ihre Durchbohrung des Gesteines. Auf solche Weise wurden Gesteinsstücke von Gyps, Kalk, Granit, Laven und eines Meteoriten durchbohrt, oder mindestens, wie beim Leucitophyr, Höhlungen in dieselben gebohrt.

Die Untersuchungen Daubrée's thun ferner dar, dass durch den Anprall der komprimierten Gase und Dämpfe Löcher durch das Gestein in der Weise gebohrt wurden, dass unablässig kleinste Teilchen desselben fortgeführt werden. Es kommt hierbei aber nicht nur zu einer solchen Erosion, sondern sowohl die erodierten Flächen als auch die fortgeblasenen Staubteilchen wurden hierbei angeschmolzen. So erklärt es sich, dass in dem fortgeführten Staube

---

[1] Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz à hautes températures .... Bull. soc. géol. France. T. 19. 1891. S. 313—354 u. 944.

sich kleine Kügelchen finden, welche zum Teil hohl sind und völlig den Kügelchen gleichen, die im kosmischen Staube beobachtet wurden.

Als DAUBRÉE diese erstaunliche Thatsache im kleinen durch den Versuch festgestellt hatte, suchte er nach Beispielen in der Natur, welche zu beweisen vermöchten, dass diese im grossen die gleichen Wirkungen hervorrufen kann. Er verwies auf jene merkwürdigen, senkrecht in die Tiefe hinabsetzenden Kanäle Süd-Afrikas, welche zum Teil Diamanten bergen (s. später) und suchte die Entstehung derselben auf derartige vulkanische Explosionen zurückzuführen. Zwar verwahrt sich CHAPER[1] ganz entschieden gegen die Auffassung DAUBRÉE's, dass diese merkwürdigen Kanäle Süd-Afrikas in analoger Weise durch Explosionsgase gebildet seien, wie die von ihm experimentell erzielten Durchbohrungskanäle von Gesteinsstücken. Aber wenn er auch kalte Kohlenwasserstoffgase an deren Stelle setzt, so ist es doch immerhin gleichfalls eine Explosion von Gasen, auf welche er die Entstehung dieser Kanäle zurückführt.

DAUBRÉE benennt alle diese, die Erdrinde senkrecht durchsetzenden Kanäle, welche wie mit einem Locheisen durch die Erdrinde gestossen sind, Diatremata. Bezüglich ihrer Entstehung bilden sie den schroffsten Gegensatz zu jener anderen Art von Bruchstellen der Erdrinde, den Spalten. Während diese linear verlaufenden Brüche die Folge des durch die Abkühlung der Erde bedingten seitlichen Druckes und des Weichens der Erdrinde sind, entstehen jene Diatremata durch Gase, welche, unter sehr starkem Drucke stehend und mit sehr grosser Geschwindigkeit begabt, ihren Angriff auf einen einzigen Punkt, dem des schwächsten Widerstandes, richten und senkrecht von unten nach oben wirken. So DAUBRÉE. Also völlige Übereinstimmung mit dem, was das Gebiet von Urach uns lehrt (s. S. 623—643).

Wenn also VOGELSANG meinte, dass durch eine Explosion von Gasen nur trichterförmig gestaltete Löcher an der Oberfläche ausgeblasen werden können, und dass dieser Trichter kranzförmig von einer Zone gehobenen und zerspaltenen Gesteines umgeben sein muss, so werden wir durch DAUBRÉE's Versuche eines Besseren belehrt: Durch explodierende Gase können cylinderförmig gestaltete Löcher, ohne jeglichen Kranz

[1] Bull. soc. géol. France. 1891. (3.) 19. S. 943—952.

von Dislokationen, durch ein Gestein hindurchgeblasen werden.

In glänzender Weise bestätigt nun unser vulkanisches Gebiet von Urach — und darin liegt zum Teil seine hohe wissenschaftliche Bedeutung in allgemein geologischer Beziehung — diese Versuche DAUBRÉE's und zeigt uns, dass auch die Natur durch Gasexplosionen derartige cylindrische Durchbohrungen der Erdrinde ohne jeden Kranz von Dislokationen erzeugen kann.

Namentlich vier Gründe sind es, mit welchen unser Gebiet jene Ansicht ganz unhaltbar macht, dass Maare durch Einsturz entstanden sein könnten.

Einmal die grosse Zahl, 127, von Maaren auf dem doch nur kleinen Flächenraume unseres Gebietes von Urach. Zweitens der oft so geringe Durchmesser derselben. Drittens ihre nicht selten dicht nebeneinander befindliche Lage, zu zweien oder selbst mehreren. Viertens der Nachweis, dass ein Maarkessel nicht etwa ein, lediglich in die äusserste Erdoberfläche eingesenktes Loch darstellt, unterhalb welches die Erdrinde zwar zerklüftet und zerrüttet, aber doch im übrigen zusammenhängend geblieben ist[1]. Sondern dass ein Maarkessel nichts anderes ist, als die obere Endigung eines die ganze Dicke der Erdrinde an dieser Stelle durchbohrenden Kanales von meist rundlichem oder ovalem Querschnitte. Solange man die erstere Vorstellung von einem Maare-Kessel hatte, mochte man sie sich allenfalls als durch Senkung entstanden vorstellen. Nun hat aber unser vulkanisches Gebiet von Urach zum ersten Male den thatsächlichen Beweis geliefert, dass die Maare sich als röhrenförmige Kanäle in die Tiefe hinab fortsetzen. Wie soll es da denkbar sein, dass auf unserem kleinen Gebiete 127 solcher, zum Teil recht engen, oft dicht nebeneinander liegenden senkrechten, ungeheuer tiefen bezw. langen Röhren durch Senkung entstanden seien, während rings um die Röhre herum alles Gestein unverändert stehen blieb? Das ist unmöglich, nur durch Gasexplosionen können die Maare und ihre in die Tiefe hinab setzenden Kanäle erzeugt worden sein, nicht aber durch Einsturz.

---

[1] Vergl. z. B. die von Endriss gegebene Zeichnung vom Maar von Randeck No. 39. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1889. Bd. XLI. Fig. 1 u. 4. Taf. 10.

Entstehung von Explosionskratern in heutiger Zeit.

In hohem Grade bemerkenswert sind die Mitteilungen, welche uns E. Naumann [1] in neuester Zeit über die Entstehung von Explosionskrateren in Japan macht. Zwei dem Anschein nach erloschene Vulkane, der Shirane und der Bandai, haben im Jahre 1882 bezw. 1888 Ausbrüche erlitten. Aber keine Lava, keine Feuererscheinung waren dabei im Spiele. In beiden Fällen erfolgte vielmehr im alten trockenen Kraterboden, tagelang dauernd, eine Reihe von Explosionen, welche durch unterirdische Dampfansammlungen hervorgerufen waren. Dampf, Schlamm und Felsentrümmer wurden ausgeworfen, Schlammströme ergossen sich mit gewaltiger Schnelligkeit an den Abhängen hinab. Es regnete Asche und Schlamm. Das ausgeworfene fein zerstiebte Material entstammte der Füllmasse des bis dahin verstopften Ausbruchskanales.

Die Explosion des Bandai fand am 15. Juli 1888 an der Flanke des Kobandai statt. Schlamm- und Sandströme flossen z. T. mit 77 km Geschwindigkeit in der Stunde bergab. („Sand“ soll wohl vulkanische Asche bedeuten.) Da wo dieselben sich an entgegenstehenden Hügeln stauten, schwollen sie bis zu 40 und 60 m Mächtigkeit an. Der grössere Teil des ausgeworfenen Materiales befand sich, wenn auch durchfeuchtet durch den ausgestossenen Dampf, im trockenen Zustande. Der Staub wurde auf 100 km Entfernung bis an das Meer getragen; dieser Staubregen währte 8 Stunden lang. Durch die ausgeworfenen Steine wurden Tausende von kegelförmigen Löchern in die Abhänge des Berges geschlagen, welche eine Tiefe von 0,2 bis zu 1,0 m besassen. Unter den ausgeworfenen Massen fanden 461 Menschen ihren Tod. Über 7000 ha wurden verschüttet.

Der durch diese Explosion entstandene Krater besitzt Hufeisenform, d. h. er hat eine offene, nach NWN. gekehrte Seite. Sein Durchmesser beträgt 2234 m.

Wesentlich geringfügiger, ganz ohne Verluste an Menschenleben, aber doch wissenschaftlich sehr bemerkenswert, ist der Ausbruch des Shirane am 6. August 1882.

Am Gipfel des Shirane lag ein flacher Kratersee. An dessen Stelle findet sich jetzt nach der Explosion „ein Minentrichter, ein Explosionskrater, ein Maar“. „Wir lernen, dass die Maare wenigstens in einer Anzahl von Fällen durch Explosion entstanden sein müssen,

[1] E. Naumann, Neue Beiträge zur Geologie und Petrographie Japans. (Petermann's Mitteilungen von Supan. Gotha 1893. Ergänzungsheft No. 108. S. 1—15.)

wir lernen ferner, dass ein Maar in einem Vulkankrater entstehen kann und dass derselbe Vorgang, welcher ein Maar erzeugt, auch die Bildung grosser Spalten, wie am Gipfel des Bandai, erzeugen kann.“ So NAUMANN.

Eine cylindrische Masse von 200 m Durchmesser aus Fels, Schutt, Schlamm und Sand (aus den im Kratersee abgelagerten Sedimenten bestehend) flog am Shirane in die Luft. Der ausgeblasene Kanal ist scharf umgrenzt, besitzt senkrechte Wände und hat einen kreisrunden Querschnitt. „Keine Schuttmassen, keine Felsblöcke finden sich in der Nähe des Schlotes. Es macht ganz den Eindruck, als sei die ausgesprengte Masse zu Staub zerstoben.“ Die Schlammüberzüge auf Gras, Bäumen u. s. w. liessen sich bis auf 5 km Entfernung nachweisen. Die Gesteinsstücke, deren grösste 0,6 m im Durchmesser hatten, wurden etwa 60 m hoch geschleudert und bis 550 m weit. Die kleineren bis zu 2 km Entfernung. Dieser Auswurf von Steinen hielt nur während der ersten 5—6 Tage an.

Wir lernen also aus diesen Mitteilungen E. NAUMANN's, dass, wie nicht anders zu erwarten, noch heute Maare entstehen. Dass Maare wirklich durch Gasexplosionen gebildet werden. Dass dabei zahlreiche Menschenleben vernichtet werden können. Dass ein Kanal mit senkrechten Wänden ausgeblasen wird; dass also, wie oben gezeigt, Trichterbildung etwas ganz Nebensächliches bei einem Maare ist[1]. Dass keinerlei Schuttwall um die Auswurfsöffnung angehäuft zu sein braucht. Dass die ausgeworfenen Massen teils trocken, teils etwas durchfeuchtet durch den ausgestossenen Wasserdampf sind. Die senkrechten Wände, das Fehlen eines ausgesprochenen Trichters und Schuttwalles findet sich genau ebenso bei gewissen Bildungen in der Gruppe von Urach. Wir haben mithin alle 127 Vorkommen ganz zu Recht als Maare aufgefasst; denn dieselben hängen, wie durch zahlreiche Übergänge im Betrage der Erosion bewiesen wird, alle zusammen. Was von dem Randecker Maar No. 39, dem zweifellosen Explosionskrater gilt, das gilt daher auch von dem tiefst erodierten, dem Maar-Tuffgang bei Scharnhausen No. 124, welcher bereits aus oberstem Keuper herausgearbeitet ist.

---

[1] s. S. 597—612.

Liefern uns diese beiden japanischen, vor unseren Augen entstandenen Maare den zweifellosen Beweis dafür, dass Maare nicht aus Senkung, sondern aus Explosion von Gasen hervorgehen, so können wir an anderen, vor bereits etwas längerer Zeit entstandenen Maaren beobachten, wie sie sich zunächst nach ihrer ersten Bildung verhalten. Das ist z. B. der Fall bei dem von Junghuhn (Java Bd. II S. 25) beschriebenen Maare, welches den Namen Kawah-Tjiwidai trägt. Dasselbe ist in tertiärem Sandstein ausgesprengt und liegt nordöstlich von Gunung Patua mitten im Urwalde. Der 75—100 Fuss tiefe, 400 Fuss im Durchmesser haltende Kessel ist noch nicht von einem See eingenommen. Sein Boden ist vielmehr mit einem flüssigen, graulichweissen Schlamme bedeckt, aus welchem an zahlreichen Stellen Gase hervorzischen.

Ob ein solcher Zustand aber notwendig bei einem jeden Maare noch eine Zeit lang nach seiner Entstehung andauern muss, das scheint höchst fraglich. Es ist ebensowohl denkbar, dass in vielen anderen Fällen die Thätigkeit der Gase mit der Bildung des Maarkanals sofort ihr Ende findet. Letzteres scheint mir eher bei den Maaren in unserem vulkanischen Gebiete von Urach der Fall gewesen zu sein. Überall nämlich da, wo den Vulkanen solche Gase — also ausser dem Wasserdampf noch Salzsäure, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schwefelige Säure — noch längere Zeit hindurch entströmen, zersetzen sie das vulkanische Gestein, bleichen dasselbe und machen es weich, bis es schliesslich in eine thonige Masse zerfällt. Wenn sich hierbei zu den Gasen noch Wasser gesellt, so wird der Thon zu einem Schlamme, durch welchen sich die Gase brodelnd Bahn brechen. Davon ist in unserem Gebiete nirgends etwas zu sehen, derartig zersetzte Tuffe finden sich nicht; also mögen auch starke und langdauernde Gasausströmungen gefehlt haben. Nur Kohlensäure findet sich noch heute im Maare von Grossengstingen. S. vorne S. 491.

Ich habe im Obigen die von Naumann angewendete Bezeichnungsweise „Maar“ für die beiden Explosionskratere angewendet, deren Entstehung er beschrieben hat. Wenn man nun aber diese, sowie anderer Berichte über das, was von ihnen als „Explosionskrater“ oder „Maar“ bezeichnet wird, aufmerksam prüft, so ergiebt sich meines Erachtens nach, dass hier zwei verschiedene Dinge zu unterscheiden sind. Manche der sogenannten Maare liegen auf dem Gipfel oder auf den Flanken eines Vulkanberges. Sie sind also offenbar von diesem aus erzeugt, stehen zu ihm in einem Abhängigkeits-

verhältnisse: Sie wurzeln nicht in der Tiefe, in dem grossen Schmelzherde, sondern nur oberflächlich in dem Vulkanberge. Ihr Schmelzherd gehört dem Vulkane an, er ist der im Berge bezw. in dessen Ausbruchsröhre befindliche. Indem von letzterer aus radiale Spalten im Berge aufreissen, dringt der Schmelzfluss in diese ein und tritt nun entweder auf den bis an die Oberfläche hin klaffenden Spalten aus, oder er bricht sich vermittelst Explosionen durch die Bergwand eine Ausgangsröhre und bildet somit einen im Gehänge eingesenkten Explosionskrater. Wenn nun aus diesem weitere Ausbrüche erfolgen, so entsteht ein sogenannter parasitischer Kegel. Unterbleibt das aber, dann haben wir allerdings einen Explosionskrater, den viele ein Maar nennen würden, der aber, wenn man schärfer unterscheiden will, doch kein Maar ist, sondern nur ein parasitischer Explosionskrater.

Zum Begriffe eines wirklichen, echten Maares scheint mir die Selbständigkeit desselben, seine Unabhängigkeit von einem Vulkanberge, sein Wurzeln in der Tiefe, im grossen Schmelzherde zu gehören. Bildet sich durch Gasexplosionen, welche letzterem angehören, eine die Erdrinde durchsetzende Ausbruchsröhre, welche oben als Trichter oder Kessel in die Erdoberfläche eingesenkt ist, dann haben wir in diesem Explosionskrater ein echtes Maar vor uns.

Es ergiebt sich somit, dass sich die Ausdrücke „Explosionskrater“ und „Maar“ nicht völlig decken. Jedes Maar ist ein Explosionskrater, aber nicht jeder Explosionskrater ist ein Maar. Zum Begriffe des Maares gehört die Unabhängigkeit vom Schmelzherde eines Vulkanes, also sein selbständiges Entspringen aus dem in der Tiefe liegenden allgemeinen Schmelzherde[1]. Ich meine daher, man sollte solche, auf den Flanken oder dem Gipfel eines Vulkanberges, oder auf einem Lavastrome sich öffnenden Explosionskratere besser nicht „Maare“ nennen, sondern „parasitische Explosionskratere“, wenn sie auch echten Maaren zum Verwechseln ähnlich sehen. Die Entstehung solcher parasitischen Explosionskratere ist eben sehr viel leichter zu erklären, denn der Vulkan, zu welchem sie gehören, besitzt ja bereits eine aus der Tiefe zur Erdoberfläche führenden Röhre. Dagegen ist bei den echten Maaren, im engeren Sinne, die Entstehung viel schwerer zu erklären, da es

[1] Gleichviel ob es nun einen einzigen allgemeinen Schmelzherd giebt, oder eine Mehrzahl kleinerer Herde. In beiden Fällen liegen sie doch in der Tiefe und nicht über der Erdoberfläche, bezw. doch nahe dieser, wie bei den auf einem Vulkanberge entstehenden parasitischen Krateren.

sich hier um die erstmalige Entstehung dieser Röhre handelt, welche die Erdrinde durchbohrt.

Wie dem nun auch sei, ob man diese Unterscheidung annehmen wolle oder nicht, das auf Seite 721 gesperrt Gedruckte behält doch auch für echte Maare seine Gültigkeit, selbst wenn man dort stets für „Maar“ den Ausdruck „parasitischer Explosionskrater“ setzen wollte, denn beide sich doch immerhin nur dem Grade nach voneinander unterscheiden. Es bleibt somit auch die Nutzanwendung auf das Gebiet von Urach zu Recht bestehen.

Noch ältere Entwickelungsstadien des Vulkanismus als Maare.

Ein für die richtige Erkenntnis der Maare wichtiger Umstand ist der, dass wir ein noch früheres embryonales Stadium des Vulkanismus kennen, als unsere Maare. So dürfen wir wohl gewisse Bildungen auf Java auffassen, welche von Junghuhn geschildert werden. Derselbe beschreibt nämlich Explosionskratere, welche unausgesetzt thätig sind, aber offenbar das Entwickelungsstadium eines echten Maares nicht erreichen können, weil der Schmelzfluss nicht in dem Kanale in die Höhe steigt und so zu Asche zerschmettert werden kann. Junghuhn nennt[1] diese Bildungen „Explosionskratere“, freilich ohne ausdrücklich ihre nahe Verwandtschaft mit dem, was man „Maare“ in Deutschland oder cratères d'explosion in Frankreich genannt hat, weiter hervorzuheben. Aber es handelt sich dort offenbar um ganz dieselbe Erscheinung wie hier, was auch A. von Humboldt[2] bestätigt.

Gegenüber den durch mehr oder weniger mächtige Kegelbildung gekennzeichneten Vulkanen unterscheidet nämlich Junghuhn noch „Kratere ohne Kegel, gleichsam flache Vulkane, ohne alle Randerhöhung der Öffnung, aus welcher oft vehement genug und in Menge die Dämpfe, aber nur Dämpfe und Gase strömen. Diese Gase sind an Berggehängen oft in ganz flachen Gegenden der Gebirgsketten ausgebrochen, haben die Decke zersprengt, die eckigen Bruchstücke umhergestreut und sich auf Dampf- und Gasexhalationen beschränkt, ohne feste Produkte auszuwerfen und ohne einen Berg zu bilden. Solche zum Teil sehr thätigen Krater (Explosionskrater), die, seit man sie kennt, unaufhörlich Wasser und schwefligsaure Dämpfe mit

[1] Java, deutsch von Hasskarl. 2. Ausgabe. Abteilung II. Leipzig 1857. S. 640—641.

[2] Kosmos. Bd. IV. 1858. S. 519. Anm. 96.

Macht exhalieren, Gesteine zersetzen und Schwefel und Alaun bilden, sind z. B. die Krater zwischen dem Gunung-Salak und Perwakti, des G.-Wajang, Kawah-Manuk, Kawah-Kiamis und einige im G.-Diëng und Ajang. Man kann sie als Seitenspalten benachbarter Vulkane betrachten, die nach Verstopfung des Hauptkanals der einzige Abzug der Dämpfe wurden. Doch liegen einige etwa 2 bis 3 geographische Meilen vom nächsten Krater entfernt, z. B. die Kawah-Tjiwidaï, die als echter Explosionskrater durch Sandsteinbänke der Tertiärformation hervorgebrochen ist."

Man sieht aus dieser Schilderung, dass es sich hier keineswegs etwa um Schlammvulkane handelt, welche Junghuhn auch gesondert betrachtet, dass es sich auch nicht um die an Vulkanen so häufigen Gasausströmungen aus Spalten handelt, sondern um Explosionskratere, also eine Art Maare. Dieselben werfen nur das zersprengte Deckengestein und keine zerstäubte Lava aus. Auch bei den erloschenen Maaren der Eifel ist die Masse der vulkanischen Auswürflinge bisweilen nur eine geringe; ja, dieselben können sogar wohl gänzlich fehlen, so dass nur zerschmettertes durchbrochenes Gestein sichtbar wird. Hier liegt offenbar ganz dasselbe Entwickelungsstadium vor wie auf Java; ein Stadium, welches dem des echten Maares noch vorhergeht.

Die Abbildung des Explosionskraters Kawah-Tjiwidaï, welche Junghuhn[1] uns giebt, zeigt ein unregelmässig geformtes Becken, dessen Rand an einer Seite durch einen dasselbe entwässernden Bach durchsägt ist. Der Boden des Beckens wird teilweise durch ein Haufwerk scharfkantiger Trümmer des zerschmetterten Tertiärsandsteines gebildet, teilweise aus später entstandenem Schlamm. An Tausenden von Stellen bricht teils Wasserdampf aus dem Boden, teils schweflige Säure und Schwefelwasserstoff. Von diesen Gasen werden die Trümmer des Sandsteines angefressen und zersetzt. Trotzdem wuchert im Innern des Beckens im äusseren Umkreise desselben eine reiche Waldvegetation.

So können wir nach dem Gesagten drei verschiedene embryonale Entwickelungsstadien des Vulkanismus unterscheiden:

1. Gasmaare oder leere Maarkanäle. Mit diesem Ausdrucke will ich die hier zuletzt von Junghuhn geschilderten Bildungen bezeichnen. Durch Explosion vulkanischer Gase wird ein röhren-

---

[1] Ebenda S. 52. Fig. 1.

förmiger Kanal ausgeblasen. Der Schmelzfluss bleibt aber in so grosser Tiefe, dass es nicht zum Auswurfe vulkanischer Asche, sondern nur zu derjenigen zerschmetterten Durchbruchs-Gesteines kommt. Dies ist das erste Entwickelungsstadium auf dem Wege zur Bildung eines Vulkanberges.

Freilich sind obige von Junghuhn erwähnten Bildungen ja nur „parasitische Explosionskratere". Aber auch in der Eifel finden sich derartige kesselförmige Löcher oder Kesselthäler, aus welchen gar keine vulkanischen Massen ausgeworfen wurden. Dahin gehört ein Teil der von von Dechen auf S. 233 im Führer zu der Vulkanreihe der Vordereifel genannten Kessel. Im letzteren Falle, Auswurf geringer Mengen vulkanischen Materiales, ergiebt sich natürlich ein Übergang zu den erfüllten Maaren.

Erfüllte Maarkanäle. In diesem weiter vorgeschrittenen Entwickelungsstadium ist der Schmelzfluss im Kanale schon so hoch gestiegen, dass er zur Mitwirkung gelangt. Je nach dem Grade dieses Hochsteigens können wir aber wiederum zwei verschieden weitgehende Entwickelungsstadien unterscheiden.

2. Maare mit Tufffüllung des Kanales. Hier ist der Schmelzfluss so hoch im Kanale aufgestiegen, dass ihn die, sich durch denselben bahnbrechenden Gase zerschmettern und zu Asche zerstäuben können. Diese letztere füllt daher im Vereine mit zerschmettertem, durchbrochenem Gesteine den Kanal. Immerhin aber bleibt der Schmelzfluss noch in grosser Tiefe.

3. Maare mit Basaltfüllung des Kanales. Hier ist der Schmelzfluss in der Ausbruchsröhre bereits bis an deren oberen Rand bezw. nur bis an den Boden des Maarkessels oder Trichters emporgestiegen, so dass er nun nach dem Erhärten als festes Gestein die Röhre erfüllt.

In diesen drei embryonalen Stadien bleiben die vulkanischen Massen — bis auf die den Ringwall bildenden ausgeworfenen Aschen — noch ganz im Schosse der Erde, im Maarkanal. Sowie nun aber die ausgeworfene Asche sich zu einem Hügel oder Berge über der Auswurfsöffnung auftürmt, oder sowie aus derselben geschmolzene Massen als Lavastrom ausfliessen, hört dieses Maarstadium auf: der angehende Vulkanberg ist auf der Erdoberfläche erschienen. Das trennende Merkmal zwischen Maar und Vulkan liegt also darin, dass beim Maar die ursprüngliche erste Durchbruchs- und Auswurfsöffnung noch unverhüllt an der Oberfläche zu sehen ist; gleichviel, ob das in der Ebene, auf einem Berge, oder gar auf einem Vulkan der Fall

ist. Vulkan dagegen ist alles, bei dem diese erste an der Erdoberfläche gebildete Durchbruchsöffnung durch aufgeschüttete und übergeflossene Massen zugedeckt ist.

Nun kann zwar durch spätere Denudation der aufgeschüttete, zunächst noch kleine Aschenkegel wieder abgetragen werden. Dann wird die Auswurfsöffnung allerdings von neuem freigelegt. Es leuchtet aber ein, dass trotzdem ein typisches Maar nicht wieder zum Vorschein kommen kann, sondern nur ein bis an die Erdoberfläche hin mit Tuff oder Basalt erfüllter rundlicher Kanal. Denn indem sich ein Aschenkegel aufschüttete, erfüllte die Asche[1] den Maarkessel bezw. Trichter bis an den Rand hin und verwischte somit für immer das, was wir ein typisches Maar nennen.

Solche Aschenvulkane sind beispielsweise der in der Geschichte der Geologie so berühmt gewordene Monte nuovo am Meerbusen von Bajae, welcher 1538 entstand und als Maar begann, denn es entstand zuerst ein Loch im Gelände. Eine ältere derartige Bildung ist der von DANNENBERG kürzlich beschriebene Leilenkopf[2] bei Brohl a. Rh.

Maarähnliche Bildungen.

1. Kessel- und trichterförmige Gebilde. Gewisse Kesselbrüche, Ries, Steinheim, Kraterseen, Kesselthäler der Eifel, Pans in Südafrika. Erdtrichter. Sölle.
2. Röhrenförmige Kanäle, bei Schlammvulkanen und Ranns.

Kessel- oder trichterförmige Gebilde, welche mit Wasser erfüllt sind, bezw. einst waren, ebenso senkrecht bis zu grosser Tiefe hinabsetzende Röhren, finden sich an manchen Orten der Erde. Sie können echten Maaren sehr ähnlich sehen, aber keineswegs immer sind sie auch solche, also vulkanischer Herkunft.

1. Kessel- und trichterförmige Gebilde. Dahin gehören zunächst gewisse Kesselsenkungen, wie sie uns auf der Alb, z. B. im Hegau und dem Ries, vorliegen. Schwerlich wird man den Kessel des ersteren für ein Maar halten wollen, denn dem Boden desselben sind an so verschiedenen Stellen verschiedenartige vulkanische Massen entquollen. Der Kessel des Ries gilt im allgemeinen für gleicher Entstehung wie derjenige des Hegau. Es ist jedoch hervorzuheben, dass er von einer Randzone völlig zerrütteten Schichtgebirges umgeben ist, wie sie dem Hegau fehlt. Das könnte viel-

[1] Bezw. der Basalt oder die Lava, falls der Schmelzfluss so hoch stieg.

[2] Der Leilenkopf, ein Aschenvulkan des Laachersee-Gebietes. Jahrb. d. k. Preuss. geolog. Landesanstalt u. Bergakademie. Für das Jahr 1891. Bd. XII. Berlin 1893. S. 99—123.



leicht mit anderer Entstehungsweise zusammenhängen. Auch ist hervorzuheben, dass kein festes Eruptivgestein, nur lose Massen im Ries bekannt sind, so dass ihm also die Basalt- und Phonolithberge des Hegau fehlen. Gümbel[1] sagt in der That von der Bildung des Ries: „welche wir als eine Art grossartiges Maar aufzufassen haben". Wenn hier nur der Erstlingsversuch der vulkanischen Kräfte vorliegt, dann ist das Ries allerdings ein Maar (S. 721). Wenn jedoch hier, wie Gümbel meint[2], ein richtiger Vulkan bestand, welcher später zusammenbrach und wieder in die Tiefe versank, dann liegt ein Einsturzkrater vor, nicht aber ein Explosionskrater, ein embryonaler Vulkan, ein Maar.

In gleicher Weise hat das weitbekannte Steinheimer Becken auf der schwäbischen Alb eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Maare. Tektonisch gleicht es dem Rieskessel; es bildet einen ziemlich regelmässigen, kreisförmigen Kessel, dessen Sohle 3—400 Fuss tiefer liegt, als das Albuch, in welches es eingesenkt ist. Der Rieskessel ist von einer Randzone umgeben, welche aus vollständig zertrümmerten Schichten besteht. Ein gleiches Verhalten lässt sich bei dem Steinheimer Becken leider nicht feststellen, da der Schichtenbau in seiner Randzone durch Lehm verhüllt ist. Wohl aber zeigt sich um den Rand ein wahrer Schuttwall von Breccien, gebildet aus scharfkantigen Weiss-Jurakalkstücken, welche durch ein tertiäres Cement wieder verkittet sind; und dieses selbe „Gries"-Gestein findet sich auch aus ζ am Ries. Hier wie dort ist die Zertümmerung des Kalkes sicher auf dieselben Kräfte zurückzuführen, nämlich auf diejenigen, welche den Kessel erzeugten. Mithin wird dasselbe von dem Steinheimer Kessel gelten müssen. Auch durch den Bau des Klosterberges, welcher sich inmitten des Beckens erhebt, wird das bestätigt, denn dieser zeigt ganz denselben regellosen Schichtenbau, wie er dem Ries eigentümlich ist[3]. Bunt durcheinander gewürfelt liegen hier im Tertiär Weiss-Jura β und α, Unterer Braun-Jura, selbst Spuren von Oberem Lias finden sich; also tiefer liegende Schichten sind wie dort in die Höhe gebracht, nur Granit fehlt.

Gegenüber dem 4 □Meilen grossen Rieskessel misst dieser von Steinheim nur 1/2 □Meile. Bei gleichem tektonischem Verhalten, also offenbar gleicher Entstehungsweise, zeigt er aber keinerlei

[1] Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. Th. Fischer. Kassel 1891. S. 22.

[2] Ebenda S. 22.

[3] O. Fraas, Begleitworte zu Blatt Heidenheim. S. 12 pp.

Eruptivgesteine. Haben wir hier etwa ein Gasmaar (s. S. 725) vor uns, das nach Art unserer Ausbruchskanäle in der Gruppe von Urach durch Explosionen vulkanischer Gase ausgeblasen wurde? Oder handelt es sich um ein Einsturzbecken, einen Kesselbruch? Das erstere ist mir nicht recht wahrscheinlich, da man dann grosse Mengen des herausgeblasenen durchbrochenen Gesteines erwarten könnte; denn die Weiss-Jurabreccien sind nicht emporgeschleudertes Gestein, sondern entstanden durch Reibung an den entstandenen zahlreichen Spaltenwänden[1].

In den bisher besprochenen Fällen kommt es wesentlich auf die Begrenzung des Begriffes „Maar“ an, ob man die betreffenden Bildungen als solche oder nur als maarähnliche bezeichnen darf. Ähnlich liegt die Sache bei manchen

Kraterseen. Da ein Maar ebenfalls eine, wenn auch ganz bestimmte Art von Krater ist, so dürfte die Entscheidung oft schwer fallen. Die vulkanischen Seen Mittelitaliens sind bald als Maarsee, bald als Kratersee gedeutet worden. Dass ein Maar sich auch auf der Flanke eines Vulkanes, ja selbst im Krater desselben bilden kann, erschwert die Deutung. Das war neuerdings im Krater des Shirane und des Bandai in Japan der Fall, wie Ed. Naumann[2] berichtet. Ein Maar ist eben der erste Versuch eines Vulkanes, sein Erstlingskrater. Da ein Maar aber zugleich auch ein Explosionskrater ist, so nennt man wohl auch jedes auf einem bereits bestehenden Vulkane durch Explosion neu gebildete derartige Loch ein Maar. Ich habe jedoch S. 723 auseinandergesetzt, dass, wenn man schärfer unterscheiden will, in solchen Fällen nur von einem parasitischen Explosionskrater, nicht aber von einem Maare im engeren Sinne geredet werden darf.

Handelte es sich bisher um die Begrenzung des Begriffes „Maar“, so giebt es andere Fälle, in welchen es zweifelhaft ist, ob der maarähnliche Kessel überhaupt eruptiv entstanden ist oder nicht. Zu diesen maarähnlichen Bildungen gehören auch die Kesselthäler der Eifel. von Dechen[3] äussert sich über dieselben in der folgenden Weise[4]:

---

[1] Gümbel, Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. Kassel 1891. S. 200.

[2] Petermann's Mitteilungen. Gotha 1893. Ergänzungsheft No. 108. S. 1—15.

[3] Geognostischer Führer zur Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 233 sub 18 u. 19.

[4] Vergl. auch Vogelsang, Die Vulkane der Eifel. Haarlem 1864. S. 54 pp.

„Ausser den Maaren kommen kesselförmige Thäler vor, die einige Ähnlichkeit mit ihrer Form besitzen, in ihrer Umgebung aber gar keine vulkanischen Produkte, keine Tuffschichten wahrnehmen lassen. Mehrere solche Thäler zeigen sich in der Gegend von Gillenfeld, Udeler und Saxler, also gerade in der Gegend, wo die eigentlichen Maare am häufigsten ausgebildet sind. Sehr ausgezeichnet ist das Kesselthal in der Eigelbach bei Kopp, durch kreisrunde Form und engen Ausgang. Auch das Kesselthal S. von Bewingen, das grössere Kesselthal, worin der kleinere Krater der Papenkaule liegt, sind hierher zu rechnen. Alle diese Kesselthäler haben einen Abfluss, stellen sich also als die Erweiterung eines Thalanfanges dar. Wenn bei einigen wirklichen Maaren nur sehr geringe Massen vulkanischer Auswürfe vorhanden sind, so wird es wahrscheinlich, dass manche dieser Kesselthäler eine ganz ähnliche Entstehung besitzen und als ausgeblasen zu betrachten sind, bei denen gar keine vulkanischen Produkte ausgeworfen wurden, oder bei denen die geringe Menge dieser Auswürfe späterhin zerstört und fortgeschafft worden ist.

Andere kesselförmige Thäler finden sich mit grossen vulkanischen Massen in Verbindung, welche weder als deutliche Kratere, noch als deutliche Maare betrachtet werden können, aber zu deren Bildung doch die vulkanischen Ausbrüche wesentlich beigetragen haben. Hier sind aufzuführen:

Das Thal der Müllischwiese zwischen der Falkenlei und der Facherhöhe bei Bertrich[1], das Thal, welches der Wartesberg, die Langekopp und der Kirberich bei Strohn einschliesst, das Kesselthal, worin Undersdorf liegt, die Thalerweiterung von Neukirchen, Steinborn, Waldkönigen und Gens; das Kesselthal unterhalb Hohenfels, oberhalb, O. von Pelm, oberhalb Berlingen, welches letztere mit den beiden weiten Wiesenthälern von Kirchweiler und mit den beiden ähnlichen Thälern von Hinterweiler nahe zusammenhängt, das Kesselthal oberhalb, SW. von Dockweiler, N. vom Errensberge, NO. vom Scharteberg, oberhalb Essingen und zu Brück, die grosse Thalrunde worin Rockeskyll liegt, das Kesselthal, welches sich nach Lammersdorf hin öffnet, die Thalerweiterung zwischen Steffeln und Auel."

Ich habe absichtlich diese lange Aufzählung wiedergegeben, um zu zeigen, wie zahlreich diese maarähnlichen Kesselthäler in der

[1] Steininger, Geognostische Beschreibung der Eifel S. 43, sagt, dass diese grosse Vertiefung wohl als eine vulkanische Einsenkung des Bodens betrachtet werden möchte.

Eifel sind und wie schwer es ist, festzustellen, ob hier Maare vorliegen oder nicht. Bei einigen scheint ersteres der Fall zu sein; die anderen aber mögen durch Einbruch entstanden sein.

Auch gewisse kleine Kessel in der Auvergne sehen maarähnlich aus, ohne es jedoch zu sein. Es sind Löcher von kreisrundem Umrisse und mit Wasser gefüllt, welche sich bei la Chaux-du-Broc auf dem Plateau-de-Grenier finden. Lecoq glaubt, sie seien entstanden bei der Erkaltung des Basaltes; in ähnlicher Weise, wie sich bei der Erstarrung geschmolzenen Wachses oder von Butter in einem Glase in der Mitte der Oberfläche eine Vertiefung bildet, in welcher die Masse länger geschmolzen bleibt, als an dem schneller erstarrenden Rande [1].

Gewisse andere Kesselbildungen mit senkrechten Wänden scheinen durch Einsturz unterirdischer Hohlräume erzeugt zu sein. Dahin gehören z. B. die 30—60 m tiefen, senkrecht abstürzenden Löcher, welche den Kilaueakrater auf Hawai umgürten. de Lapparent meint, dieselben seien entstanden durch den Zusammenbruch von Hohlräumen, welche sich in den Lavaströmen bildeten, aus denen der Berg aufgebaut ist [2]. Es scheint sogar, dass auch der grosse Krater Kilauea selbst, welcher in horizontale Lavaschichten eingesenkt ist, auf solche Weise durch Einsturz entstanden wäre. Gleiches gilt, nach de Lapparent, auch vom Hauptkrater des Mauno Loa [3]. Wir sehen also, dass durch Einsturz von Hohlräumen in Lavaströmen maarähnliche Kessel entstehen können, welche gar nichts mit Explosionskrateren gemein haben.

Über die sogen. „Pans“, welche, mehrere Meter tief, zahlreich in die Hochebene der Karoo eingesenkt sind, herrscht hinsichtlich ihrer Entstehungsart ebenfalls noch Dunkel. Chaper bestreitet, dass sie gleicher Entstehung seien wie die 17 Diamant führenden Diatremata (s. später).

---

[1] Rozet, Mémoires soc. géol. France. Paris 1844. S. 121.

[2] Solche Höhlungen kommen in der That nicht selten vor. Sie entstehen wohl am ehesten am oberen, dem Krater genäherten Ende bezw. Anfang der Lavaströme. Die ausfliessende Masse überzieht sich mit einer Kruste; unter dieser fliesst der Schmelzfluss bergab. So kann es kommen, dass das zuletzt Emporgequollene hinabfliesst, ohne dass oben neuer Nachschub sich einstellt. Dann muss hier natürlich unter der Kruste ein Hohlraum entstehen. Auf Island (Grotte von Surtschellir), am Ätna, am Mauno Loa kennt man derartige Lavahöhlen seit Langem. (Vergl. Pfaff, Die vulkanischen Erscheinungen. München 1871. S. 130 u. 131.)

[3] Traité de géologie. Paris 1893. 3ème édit. S. 436.

Zahlreich sind die den Maaren ähnlichen Erdtrichter oder Erdfälle, die sich in Gegenden finden, in welchen Gyps- oder Steinsalzmassen in der Tiefe aufgelöst und fortgeführt wurden. Auch auf Kalkgebirgen finden sich solche häufig; so auf der Alb und dem Karst. Hier wird der Kalk aufgelöst uud sie können im Karstgebirge so häufig werden, dass die ganze Fläche wie mit ihnen übersäet ist. „Blattersteppig" haben die österreichischen Geologen solche Flächen genannt. Zugleich aber haben sie auch bewiesen, dass dann oft nicht, wie dort, die Ursache in dem Zusammensturze von unterirdischen Höhlen liegt, welche durch Auflösung des Kalkes geschaffen wären. Sie stellen vielmehr nur einen Sonderfall der Karren- oder Schrattenbildung dar; sind also nur die Mündungen von Kanälen, welche sich das Wasser durch die Kalkschichten hindurchgefressen hat.

Ähnlich verhalten sich auch die eigentümlichen, Sölle genannten und häufig mit Wasser erfüllten Trichter, welche in das norddeutsche Diluvialgelände eingesenkt sind. Es ist wohl wahrscheinlich, dass wir in ihnen echte Erdfälle zu sehen haben; dass sie also entstanden sind durch Zusammenbrechen von unterirdischen, durch die auflösende Thätigkeit des Wassers hervorgerufenen Hohlräumen. Finden sich ja doch in Bergwerksgegenden ganz ähnlich aussehende Trichter, Pingen, welche sich über den abgebauten, in der Tiefe allmählich zusammenstürzenden Strecken bilden. Es ist freilich, wenn ich mich recht entsinne, auch ausgesprochen worden, dass diese Sölle der strudelnden Thätigkeit der Gletscherwasser, gleich den Gletschertöpfen, ihre Entstehung verdanken sollen. Erstere Deutung ist indessen wohl die wahrscheinlichere.

Das Sanfte, Weiche, Gerundete des Umfanges und der Böschung, welches viele Erdfälle, namentlich im Diluvialgelände, besitzen, wird zum Teil durch die Arbeit der Tagewasser allmählich während oder nach ihrer Bildung entstanden sein. Denn an sich muss der Zusammenbruch unterirdischer Hohlräume nicht immer kreisrunde, sondern auch unregelmässig umrissene Erdfälle schaffen.

2. Röhrenförmige Kanäle. Die genannten Kessel und Trichter besitzen in der Regel keine allzugrosse Tiefe, sind unten auch oft geschlossen, setzen dann also nicht in Gestalt eines röhrenförmigen Kanales weiter fort. Es giebt aber unseren Maarkanälen der Gruppe von Urach ähnliche Bildungen, welche doch nicht vulkanischer Entstehung sind.

Derartige Kanäle mit senkrechten Wänden können durch

Schlammvulkane hervorgerufen werden; also durch Explosionen von Kohlenwasserstoffgasen, welche sich durch Zersetzung organischer Massen in der Tiefe, bezw. aus Petroleum entwickeln. Wir werden später sehen, dass CHAPER sich die 17 Diatremata Südafrikas auf solche Weise entstanden denkt, deren senkrechte Kanäle bereits bis zu 150 m Tiefe hinab verfolgt worden sind und vielleicht 300 m Tiefe besitzen.

Eine andere Art derartiger tiefer, senkrechter Kanäle, Ranus genannt, hat uns JUNGHUHN[1] von Java kennen gelehrt, wo sie im Umkreise eines Vulkanes, des Gunung Lamongan, auftreten. Eine Menge kleiner Seen, in ungleichen Abständen voneinander, aber in einer Reihe aufeinanderfolgend, umzingelt in weitem Kreise den Kegelberg gleich einer Perlenschnur da, wo sein Fuss bereits in die Ebene übergegangen ist. Diese Ranus, wie die Javaner sie nennen, sind scharfbegrenzte Löcher von meist rundlichem Umfange und einem Durchmesser von 300—1000 Fuss. Aus ihrer flachen Umgebung senken sie sich plötzlich mit mauerartig steilen Wänden in die Tiefe hinab, welche bis zu 420 Fuss gemessen wurde. In ihrem Grunde steht Wasser. Also keine Trichter- sondern Kesselbildung.

Da der Rand dieser Seebecken flach ist oder doch nur zufällige Erhöhungen zeigt und da sich weder von vulkanischer Thätigkeit noch von Dämpfen eine Spur zeigt, so ist es nach JUNGHUHN nicht wahrscheinlich, dass in ihnen Explosionskratere, Maare, vorliegen. Sie scheinen vielmehr durch Senkung des unterhöhlten vulkanischen, aus Trümmern bestehenden Bodens entstanden zu sein, vielleicht infolge von Erdbeben. Von dem einen dieser Seen, dem Ranu Pakis, wird von den Eingeborenen erzählt, dass (damals) vor 50—100 Jahren an seiner Stelle noch ebenes Land sich befand. Plötzlich sank der Grund ein und die Vertiefung füllte sich mit Wasser. Anfänglich betrug die Tiefe des Kessels nur 5 Fuss, dann nahm sie allmählich, zugleich sich verbreiternd, zu, bis der jetzige Kessel von 450 Fuss Tiefe sich herausgebildet hatte.

Nun können die zuerst geltend gemachten Gründe nicht durchaus gegen die Deutung dieser Bildungen als Maare sprechen: Das Fehlen einer Trichterbildung, also das senkrechte Hinabsetzen der Wände der rundlichen Röhre zeigen sich auch an Explosionskrateren; so bei denen, deren kürzliche Entstehung durch Explosion von Gasen uns ED. NAUMANN aus Japan schildert[2] (S. 720); so auch bei denen der Gruppe von Urach.

[1] Java. II. S. 757.

[2] Petermann's Mitteilungen. Gotha 1893. Ergänzungsheft No. 108. S. 1—15.

Ebensowenig ist das Fehlen eines Walles rings um die Mündung der Kanäle ein Merkmal, welches durchaus gegen die Maarnatur sprechen müsste. Kein einziges der Maare bei Urach besitzt mehr einen solchen Ringwall. Manche andere unbezweifelte Maare verhalten sich ebenso. Noch weniger endlich ist die Abwesenheit aufsteigender Dämpfe ein solches ausschlaggebendes Kennzeichen.

Aber wenn wirklich an einem dieser Kanäle die allmähliche Entstehung desselben durch Senkung sich so zugetragen hätte, wie von den Eingeborenen berichtet wird, dann lägen hier in der That keine Explosionskratere vor, sondern eigenartige Erdfälle. Allein die Sache scheint doch sehr anders zu sein:

Herr Knüttel in Stuttgart, welchem wir jetzt die Fortführung der von C. W. C. Fuchs seiner zeit begonnenen Jahresberichte über die vulkanischen Erscheinungen der Erde zu verdanken haben [1], hatte die Liebenswürdigkeit, mir aus dem erst jetzt erscheinenden Jahresberichte für 1893 die folgenden weiteren Mitteilungen über diese und andere Ranus zukommen zu lassen. Dieselben sind entnommen der unten aufgeführten Arbeit von Fennema [2] und lauten, wie folgt:

„Ausführlich werden von Fennema die bei dem Lamongan vorkommenden Ranus besprochen. Von Junghuhn's Erklärung der Entstehung dieser kleinen Seen [3] weicht Fennema gänzlich ab. Er nennt dieselbe verwirrt und undeutlich (S. 75) und sagt nun weiter: Es sind Eruptionspunkte gewesen, die rings um ihr Centrum kleine Kegel aufgeworfen haben, welche aus denselben Produkten bestehen, wie der Lamongan selber. In dem kleinen Strom, der von dem kleinen See Klakah abfliesst, sieht man aufeinanderfolgende Schichten von feinem Tuffe und gröberen Lapilli, die unter einem kleinen Winkel vom See abfallen. Steigt man die steilen Innenböschungen von Ranu Pakis, Bedali, Agung und Lading hinab, dann sieht man dieselben Produkte, auch Lavabänke, welche die abgebrochenen Köpfe nach dem See kehren.

Es sind kleine parasitische Vulkane; ihr Herd war gebildet durch in Spalten eingedrungene Apophysen der Lava des Haupt-

---

[1] Tschermak's Min. u. petrogr. Mitth. 13. 1893. S. 265—89.

[2] De vulkanen Seméroe en Lemongan door den Mijningenieur R. Fennema. Bijlagen: 3 Bladen met 12 Kaarten en 8 Profielen en eene Teekening in kleurendruk. Zu finden in „Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Uitgegeven op last van zijne excellentie den Minister van Kolonien. Vijftiende Jaargang 1886. Wetenschappelijk Gedeelte. Amsterdam Joh. G. Stemler Czn. S. 5 und ferner.

[3] Junghuhn, Java. II. S. 757 u. f.

vulkans. Sie sind gewöhnlich nicht sehr lange thätig gewesen, die Lava sank bald zurück, was den Einsturz von der Spitze zur Folge hatte. Nur ein Ringwall blieb übrig, der einen Kessel mit steilen Wänden umschliesst, von denen einige mit Wasser gefüllt sind. — Die Aussenneigung dieser kleinen Ringwälle ist oft beinahe ganz unter jüngeren Eruptionsprodukten des Hauptvulkans versteckt, vorzugsweise an der Seite, die gegen diesen zugekehrt ist."

„. . . . . . Was die Höhe anbelangt, auf der die Ranus vorkommen, so liegt bei dem Lamongan die grössere Zahl zwischen 200 und 300 m über Meer, während man auf dem Abhang des Tarub[1] die Mehrzahl auf Höhen zwischen 400 und 600 m findet."

„. . . . . . Unter allen bekannten Vulkanen des Indischen Archipels ist der Lamongan der einzige, welcher eine so grosse Zahl kleiner parasitischer Kegel aufweist. Bei einzelnen anderen kommen sie, aber in kleinerer Zahl, auch vor.

Ganz in der Nachbarschaft findet man an dem W.-Abhange des Hjanggebirges noch einige Ranus von ganz demselben Charakter. Ob der Ranu Klïdungan, der bekannte „kleine See von Grati" am nördlichen Fusse des Tengger auch zu den parasitischen Eruptionspunkten gerechnet werden muss, ist weniger sicher. Derselbe ist ein wirklicher Eruptionspunkt; vorzugsweise, wenn man denselben von einem höher gelegenen Punkt der Tenggerneigung übersieht, erkennt man den sehr wenig geneigten, kleinen, abgestumpften Kegel mit den viel steiler geneigten Innenwänden nach dem kleinen See gekehrt. Der Durchmesser des kleinen Sees ist 1750 m. Er liegt aber ganz in der Strandfläche nördlich des Tenggerfusses und der Abstand bis zum Centrum des Tengger beträgt nicht weniger als 25 km.

Das bekannte „Blaue Wasser" (Banju biru), ein wenig weiter SW. gelegen, ist kein Eruptionspunkt. Es ist dieses eine Quelle, welche prachtvolles Wasser liefert, das am Ende eines alten Lavastromes zum Vorschein kommt und in einem, teilweise durch Menschenhand gebildeten Reservoir gesammelt wird. Die kleinen Seen an dem W.-Abfalle des Gunung Wilis sind nicht näher bekannt.

An dem SO.-Gehänge des Lawu, unterhalb Tjemorosewu, oberhalb Magetan, liegt ein kleiner See mit Ringwall, welcher für einen parasitischen Eruptionspunkt gehalten werden muss."

Aus dem Gesagten erhellt wohl zur Genüge, dass diese Ranus nicht durch Senkung entstanden sind, dass wir auch keine Maare

[1] Der Tarub ist der ältere Teil dieses Vulkanes, der Lamongan der jüngere Eruptionskegel.

in ihnen zu sehen haben, sondern lediglich parasitische Kratere von Vulkanen.

Es ergiebt sich mithin, dass, wie es scheint, tiefe, senkrecht hinabsetzende Röhren rundlichen Querschnittes auf zweierlei verschiedene Arten entstehen können: Durch pseudovulkanische Gas- und Schlammausbrüche, wie das z. B. nach CHAPER in Südafrika der Fall sein soll; sodann durch vulkanische Gasexplosionen, wie z. B. in Japan und in unserer Gruppe von Urach. Dagegen scheinen durch Senkungen nicht solche senkrechten Röhren entstehen zu können.

Vergleichung der vulkanischen Verhältnisse des Gebietes von Urach mit demjenigen anderer Länder.

Gangförmige Lagerung von Tuffen an anderen Orten der Erde.

Tuffgänge in der Rhön, LENK, GUTBERLET. In Baden, STEINMANN und GRAEFF, SAUER. Eifel. Auvergne. Italiens Peperin. Der graue campanische Tuff. DEECKE's und SCACCHI's Ansichten über seine Entstehung. Centralfrankreich; Analogie mit der Gruppe von Urach.

Die Karoo des südlichen Afrikas. Gleiche tektonische Verhältnisse wie bei der schwäbischen Alb: Wagerechte Lagerung, Tafelberge, Spitzkopjes. Auch gleiche röhrenförmige Ausbruchskanäle rundlichen Querschnittes wie in der Alb. Zweierlei verschiedenartige Bildungen: seichte Pans und die 17 tiefen Diatremata. Senkrechte Wandung, geringfügige Erweiterung an der Mündung bei letzteren, Erfüllung mit einer ungeschichteten Tuffbreccie, ganz wie in der schwäbischen Alb. Die Tuffbreccie ist 150 m tief hinab verfolgt. Durchmesser der Diatremata. Entstehungsweise derselben nach COHEN, DAUBRÉE, CHAPER, MOULLE. Gründe für und gegen vulkanische Entstehungsweise. Vergleichung mit unseren Bildungen in der Gruppe von Urach.

Die Tuffgänge rundlichen Querschnittes (Necks) im Carbon Centralschottland, nach GEIKIE. Vollständige Übereinstimmung derselben mit den Tuffmaargängen der Gruppe von Urach. Rückschluss, dass auch erstere einst mit Maaren in Beziehung gestanden haben mögen.

Wir haben im zweiten Teile dieser Arbeit die z. T. überaus bemerkenswerten Eigenschaften des vulkanischen Gebietes von Urach kennen gelernt und uns in den ersten Abschnitten des dritten Teiles mit den Lagerungsverhältnissen vulkanischer Tuffe und den Maaren im allgemeinen an anderen Orten der Erde beschäftigt. Es wird daher nun unsere Aufgabe sein zu prüfen, ob überhaupt und wo auf Erden gleiche Bildungen bisher bekannt geworden sind.

So gut wie überall findet man in vulkanischen Gebieten die Aschenmassen ausgeworfen, also auf die jetzige oder frühere Erd-

oberfläche, bezw. auf den Boden von Wasserbecken aufgelagert. Alle diese sich regelrecht verhaltenden Gebiete sind daher von vornherein vom Vergleiche ausgeschlossen, da bei Urach die vulkanischen Bildungen ausnahmslos embryonale geblieben sind und die Tuffe ausnahmslos in gangförmiger Lagerung erscheinen; also nicht oben auf die Erdoberfläche aufgelagert sind, sondern dieselbe in durchgreifender Lagerung durchsetzen.

Ebenso ist vom Vergleiche abzusehen gegenüber denjenigen selteneren Verhältnissen, in welchen basaltische Reibungskonglomerate bezw. Reibungsbreccien in Spalten liegen, oder in welchen Tuffe von oben herab in solche Spalten gelangten. Denn bei Urach handelt es sich um basaltische Tuffe, nicht aber um basaltische Reibungsbreccien und um schornsteinartige Röhren rundlichen Querschnittes, nicht aber um langgestreckte Spalten.

Es können daher beim Vergleiche überhaupt nur in Frage kommen die seltenen Gebiete, in welchen entweder ebenfalls embryonale Vulkanbildungen erhalten blieben, oder in welchen Tuffe in Röhren gelagert erscheinen, und zwar entweder nur allein in solchen oder im Vereine mit regelrecht oben aufgelagerten Tuffen.

Auch innerhalb dieses bereits aufs äusserste beschränkten Kreises vulkanischer Gebiete fallen die wenigen Maargebiete, welche wir überhaupt kennen, fast ganz fort. Zwar hege ich, auf Grund der in unserer Gruppe von Urach gemachten Erfahrungen, die feste Überzeugung, dass bei allen Maaren der Erde ganz dieselbe gangförmige Lagerung von Tuffbreccien stattfinden wird wie bei Urach. Allein soviel ich ersehen konnte, kennt man in diesen Gebieten nirgends einen Aufschluss, in welchem ein Maar und zugleich seine in die Tiefe hinabführende Ausbruchsröhre senkrecht angeschnitten sind.

Umgekehrt kennen wir nun ebenso vereinzelte Vorkommen, bei welchen zwar in Röhren gelagerte Tuffbreccien, aber nicht mehr die etwa dazu gehörigen Maare vorhanden und angeschnitten sind.

Buchstäblich genommen ist daher, soweit meine Kenntnisse reichen, unser Gebiet von Urach überhaupt unvergleichlich, es findet nicht völlig seinesgleichen. Aber es bildet den Schlüssel, das Bindeglied, welches die vereinzelten letzterwähnten in Röhren gelagerten Tuffe mit den vereinzelten Maargebieten in Verbindung bringt.

Ich habe bereits angedeutet, dass die Frage, ob und wo auf Erden ebenfalls gangförmig gelagerte Tuffe bekannt sind, enger oder

weiter gefasst werden kann. Bei der weiteren Frage würde es sich darum handeln, ob und wo vulkanische Tuffe in den so gewöhnlichen Spalten liegen, welche nichts sind als Bruchlinien der Erdrinde; bei der engeren darum, ob und wo Tuffe in solchen röhrenförmigen Kanälen rundlichen Querschnittes auftreten, wie wir sie in der Gruppe von Urach finden, wie sie vermutlich allen Maaren eigentümlich sind; und wie sie entstehen dadurch, dass explodierende Gase sich derartige Röhren senkrecht durch die Erdrinde hindurchblasen.

Nur der letztere Fall giebt uns, wenn wir ihn an anderen Orten der Erde wiederfinden, wirkliche Analogien mit unserem Gebiete. Keineswegs aber thut das auch der erstere, wenngleich auch hier der Tuff gangförmig gelagert ist. Schon deshalb nicht, weil in solche gewöhnliche Spalten der Tuff von oben her hineingespült worden sein könnte, falls in der Nachbarschaft grössere Massen vulkanischer Tuffe eine Decke bilden, wie das ja oft vorkommt. Zweitens aber nicht, weil es sich bei einer Spalte, also einer Bruchlinie der Erdrinde, gar nicht um die Selbstbefreiung des Schmelzflusses handelt, während eine solche bei unseren Kanälen der Gruppe von Urach doch vorliegt[1].

Offenbar sind Fälle erster wie zweiter Art überhaupt nur selten bekannt. Leider aber fehlen zudem noch, bis auf das Gebiet von Südafrika, in der Litteratur die Angaben, ob es sich im gegebenen Falle um Spalten oder um solche Röhren handelt; denn bisher lag kein Grund vor, derartige Unterschiede zu beachten.

Wo überhaupt von vulkanischen Tuffen in gangförmiger Lagerung die Rede ist, da dürfte es sich wohl meist um Spaltenausfüllung handeln; es liegt in solchem Falle keine genauere Analogie mit unseren Verhältnissen in der Gruppe von Urach vor. Ganz besonders gilt das, wenn die Füllmasse der Spalten auch noch aus Reibungsbreccien von Basalt besteht.

Wir wollen nun die verschiedenen Fälle, in welchen eine gangförmige Lagerung der Tuffe auf Erden bekannt ist, oder in welchen wenigstens der Verdacht vorliegen könnte, dass dem so sei, der Reihe nach betrachten. Selbstverständlich kann es mir nicht in den Sinn kommen, mit dieser Aufzählung eine völlig erschöpfende Zusammenstellung dieser Fälle geben zu wollen. Zudem wie überhaupt Tuffe sich einer geringeren Wertschätzung erfreuen wie feste Eruptiv-

---

[1] s. den Abschnitt S. 623 ff.

gesteine, so sind auch die Angaben über gangförmige Lagerung derselben recht selten. Vermutlich jedoch nicht allein aus obigem Grunde, sondern auch weil solche Lagerung bei Tuffen eben bisher nur sehr selten bekannt ist.

Deutschland. Dass sich gangförmige Lagerung der Tuffe keineswegs mit den hier beschriebenen Erscheinungen zu decken braucht, zeigt auf das schlagendste das Verhalten der Tuffe in der Umgebung des Ries auf der Alb. Gümbel[1] sagt darüber: „Ganz gleiche vulkanische Tuffabsätze sind aber nicht allein im Rieskessel und an dessen Rand aufgehäuft, sondern sind auch an geradezu zahllosen Stellen auf Entfernungen von mehr als 10 km vom Kesselrande ringsum über die benachbarten Gebirgsteile ausgestreut. Sie lagern hier in Spalten ...“ „Dass sie aus Niederschlägen entstanden sind, welche in Form von vulkanischer Asche und Bomben bei dem Ausbruche eines benachbarten Vulkans zur Erde niederfielen, darüber kann kein Zweifel herrschen.“ Dieser benachbarte Vulkan ist aber der Rieskessel. Die Tuffe sind also dort von oben her in die Spalten gelangt, nicht aber, wie in der Gruppe von Urach, von unten her, indem sie in den Spalten ausbrachen.

Obgleich also hier wie dort gleiche Lagerung herrscht, so handelt es sich doch in beiden Fällen um grundverschiedene Dinge. Dort Spalten, hier Ausbruchskanäle; dort Füllung von oben her, hier Füllung von unten her; dort Vulkanismus an anderer Stelle, hier Vulkanismus an Ort und Stelle.

Weiter kommt gangförmige Lagerung der Tuffe in der Rhön vor. Ich vermag jedoch nicht zu entscheiden, ob das nicht vielmehr Reibungsbreccien von Basalt als unseren Tuffbreccien gleiche Massen sind; und ob es sich lediglich um Spaltenausfüllungen oder um solche von Explosionskanälen handelt.

Aus der südlichen Rhön wird in einer neueren Arbeit von Lenk[2] keines Vorkommens der Tuffe in Gangform Erwähnung gethan. Bezüglich der vulkanischen Breccien vom Silberhof, sowie derjenigen östlich von den Schildeckhöfen, welche, obwohl auf Röt lagernd, doch massenhaft Bruchstücke von Wellenkalk führen, kommt er zu dem Ergebnis, dass letztere vom Grossen Auersberg bezw. von der Gross-

---

[1] Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. Th. Fischer. Kassel 1891. S. 22.

[2] Zur geologischen Kenntnis der südlichen Rhön. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. S. 94 pp.



Schildeckkuppe aus mit dem Tuff dorthin geschleudert worden seien. Sie sind also auf- und nicht durchgreifend gelagert.

Dagegen sind in der Gegend zwischen Obernüst und Mackenzell schon 1856 gangförmige Tuffe von GUTBERLET[1] beschrieben worden. Dieser berichtet, dass dort ein Phonolithtuff, eine halbe Stunde östlich von Morles, „eine 60—65 Fuss mächtige Durchsetzung", d. h. einen Gang bildet. Auch „westlich von dieser Örtlichkeit ist eine Durchsetzung von 60 Fuss Mächtigkeit". Sie ist, wie die vorhergehende, erfüllt mit Trümmern von Basalt, Trachyttuff und Muschelkalk, obgleich beide Salbänder aus oberstem Buntsandstein bestehen und der Muschelkalk erst in grösserer, nördlicher Entfernung auf dem Buntsandstein erscheint. Westlich vom Rauschenberg bei Fulda liegen gleichfalls Trümmer von Muschelkalk in basaltischen Gängen, welche das Röt durchsetzen, während der erstere auf geraume Entfernung hin verschwunden ist. Diese Verhältnisse beweisen, sagt GUTBERLET, „dass der Kalkstein in einer früheren Periode das ganze Gebiet mindestens in einer Höhe von 60 Fuss bedeckte und Fragmente desselben auf ähnliche Weise wie bei Morles in die von dem aufsteigenden Basalte geöffneten Risse bis tief in das Röt und den Sandstein hinabfielen. Auch in anderen Gegenden der Provinz Fulda, auf der Rhön und in Niederhessen, kommen derartige Beziehungen vor. Der so entstehende Gangkörper nahm wesentlich verschiedene Eigenschaften an, je nachdem sich die Kalkstücke flüssigem Basalt einkneteten oder mit erkalteten Reibungsmassen in Vermengung traten. In beiden Fällen gestaltete das Wasser später das Material an Ort und Stelle um, und es findet auf diese Weise gar manche Tuffbildung ihre Erklärung."

Leider ist hier nicht angegeben, ob Spalten oder ob röhrenförmige Kanäle vorliegen. Ich habe indessen den von GUTBERLET gebrauchten Ausdruck „Risse" oben durch Druck hervorgehoben. Aus demselben wird es wahrscheinlich, dass es sich nicht um Röhren, sondern um Spalten handelt. Auch scheint die Füllmasse mehr eine Reibungsbreccie des Basalt als ein Tuff zu sein. Die Analogie dieser Verhältnisse mit den in unserem Gebiete obwaltenden beschränkt sich daher zunächst nur auf die gangförmige Lagerung. Diese ist auch bereits 1853 von GUTBERLET erkannt worden, bei Gelegenheit einer Exkursion, welche die geologische Sektion der Versammlung der Naturforscher in Tübingen in die Gegend von Reutlingen unternahm. GUTBERLET sagt in

---

[1] Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1856. S. 24—27.

Bezug auf die hier auftretenden vulkanischen Tuffe: „... so wollte man doch mehrseitig dieses Gebilde für eine Anschwemmung erkennen, und zwar, weil in demselben Blöcke des Oberen Weissen Juras vorkommen, welcher jetzt nicht mehr in der nächsten Umgebung lagert. Bei dieser Auffassung der Sache liess man nun gänzlich ausser acht, dass die erwähnten Blöcke und andere fest eingekitteten Bruchstücke in keiner Weise das Gepräge von Geröllen oder des Wasserschliffs trugen, vielmehr alle Charaktere von an Ort und Stelle entstandenen Bruchstücken besassen." Die einzig mögliche Erklärung ist nach Gutberlet die, dass die Weiss-Juraschichten zur Zeit der Ausbrüche hier noch angestanden haben (l. c. S. 26).

In Oberbaden finden sich, ausserhalb des vulkanischen Kaiserstuhlgebirges, aber doch mit demselben in Verbindung stehend, einige Gänge, welche man möglicherweise ebenfalls für gleichartig mit den unseren ansehen könnte. Sie liegen bei Maleck nahe Emmendingen, bei der Berghausener Kapelle auf der S.-Seite des Schönberges und am Lehenerbergle bei Freiburg. Gleich unseren Tuffgängen führen sie eine grosse Menge durchbrochener Jurakalke.

Steinmann und Graeff[1] beschreiben dieselben als Reibungsbreccien von Nephelinbasalt. Graeff[2] bespricht diese Gänge ausführlicher in der unten aufgeführten Abhandlung, sagt dabei aber deutlich, dass es Reibungsbreccien seien, „bei welchen der Kitt aus einem kompakten Eruptivgestein (anscheinend meist Nephelinbasalt) besteht und in welchem eckige bis rundliche Brocken fremder Gesteine eingeschlossen sind. Bei der Eruption des als Bindemittel fungierenden Magmas wurden losgerissene Brocken der durchbrochenen Gesteinsarten mit in die Höhe gebracht und nach dem Erkalten des Magmas eingeschlossen." Einer freundlichen Mitteilung des Herrn Kollegen Steinmann verdanke ich den weiteren Bescheid, dass diese Gänge nicht langgestreckt, sondern schlotförmig sind.

In dieser letzteren Beziehung, der Gestalt, ebenso wie in dem Einschlusse von Stücken der durchbrochenen Gesteine, würde mithin die vollste Übereinstimmung mit unseren Bildungen der Gruppe von Urach herrschen. Allein aus jener Beschreibung geht deutlich hervor, dass es sich hier nicht, wie bei uns, um Tuffe, also um einen zu loser Asche zerblasenen Schmelzfluss handelt, welcher letztere

[1] Geologischer Führer durch die Umgebung von Freiburg. Freiburg i. B. 1890. S. 105. No. 2.

[2] Zur Geologie des Kaiserstuhlgebirges. Mitteilungen der Grossherzoglich Badischen geologischen Landesanstalt. Heidelberg 1893. S. 435.

selbst in grosser Tiefe blieb. Sondern dass hier der kompakte Schmelzfluss, wenn auch in Blocklava-ähnlicher Form, bis obenhin die Röhre erfüllte. Darin liegt ein Unterschied gegenüber unseren Tuffgängen.

Ob trotzdem diese schlotförmigen Gänge von Reibungsbreccien ebenfalls mit Maaren einst in Zusammenhang standen, ist nicht zu entscheiden. Nirgends kennt man dort ein Maar, noch viel weniger also ein solches, dessen in die Tiefe setzender schlotförmiger Ausbruchskanal mit Reibungsbreccie erfüllt wäre. Umgekehrt kennt man im Gebiete von Urach sehr viel Maare, aber kein Ausbruchskanal derselben ist mit Reibungsbreccie erfüllt. Endlich in anderen Gebieten der Erde kennt man hier und da wohl Maare; aber dafür ist nirgends dort der in die Tiefe setzende Schlot aufgeschlossen. So ist diese Frage also nicht zu lösen; aber nach dem Verhalten im Gebiete von Urach spricht nichts Entscheidendes für die Annahme, dass diese Gänge einst mit Maaren in Verbindung standen.

Solche mit Reibungsbreccien irgend eines Eruptivgesteines erfüllten Gänge sind überhaupt nicht so selten auf Erden. Überall da aber, wo die Breccie als Füllmasse richtiger langgestreckter Spalten auftritt, hat diese Bildung nicht das Mindeste mit unseren schlotförmigen, durch die Erdrinde hindurch ausgeblasenen Röhren bei Urach gemeinsam. Nur da, wo die Reibungsbreccien in derartigen Röhren liegen, könnte man sie in Beziehung bringen wollen zu ehemaligen Maaren; allein das würde, wie oben gesagt, bisher jeglicher Begründung entbehren.

Auch Sauer beschreibt neuerdings, wie ich einem mir freundlichst übersandten Fahnenabzuge entnehme, aus Baden solche schlotförmigen Gänge, welche mit teils fluidalstreifigem, teils breccienhaftem Porphyr erfüllt sind. Hier handelt es sich also ebenfalls um röhrenförmige Kanäle und nicht um Spalten. Allein das sind offenbar nicht etwa Ausbruchskanäle einstiger Maare, sondern, wie Sauer sagt, „es liegt nahe, dieselben als die Austrittskanäle der Rotliegend-Porphyrergüsse zu deuten.“ Diese Bildungen haben also nichts mit den unserigen gemein, denn sie sind in diesem Falle nicht mehr embryonal.

Vermutlich dem äusseren Ansehen nach ganz gleich unseren Tuffgängen, aber doch nicht mit Maaren, sondern mit aufgeschütteten Aschenkegeln oder Decken zusammenhängend, würden gewisse tufferfüllte Gänge der Eifel sein, wenn man sie im aufgeschlossenen Zustande könnte. Ihr Dasein in der Erdrinde aber glaube ich als ganz sicher annehmen zu dürfen auf Grund der folgenden Aussagen:

von Dechen spricht die Vermutung aus, dass in der Eifel gewisse kleine Tuffpartien nicht als Erosionsreste einer einst grösser gewesenen Decke zu betrachten seien, sondern als selbständige Ausbruchspunkte[1].

Wenn das nun aber der Fall ist, dann muss hier der Tuff offenbar auch in die Tiefe hinabsetzen und die Ausbruchsröhre erfüllen. Schwerlich wird hier feste Lava im Schlote sein. Auch Vogelsang[2] zielt auf Ähnliches ab. Er wirft am Schlusse seiner Arbeit über die Vulkane der Eifel die Frage auf, ob wir mit dem Empordringen von Tuffmassen immer die Vorstellung eines sehr gewaltsamen Vorganges verbinden müssen. Nicht in allen Fällen scheint ihm das notwendig zu sein, wie die langsamen Aschenströme beweisen, welche Monticelli 1823 am Vesuv beobachtete. „Vielleicht liessen sich gewisse vereinzelte Tuffberge als auf solche Weise entstanden, also als selbständige Ausbruchspunkte auffassen. Dieselben wären dann Analoga der Gesteinskuppen von Basalt.“ Alle solche vereinzelten, durch selbständige Ausbrüche an Ort und Stelle aufgeschütteten Tuffberge müssen natürlich ebenfalls mit Tuff erfüllte Ausbruchsröhren besitzen. Sind die Tuffberge abgetragen und die Röhre freigelegt, dann gleicht die Bildung vollständig denen der Gruppe von Urach. Und doch liegt noch ein starker Unterschied zwischen beiden. Die tufferfüllten Ausbruchsröhren von Urach, weil offenbar alle mit Maaren in Verbindung zu bringen, stellen die primitivere Form, den vulkanischen Embryo dar. Die tufferfüllten Ausbruchskanäle solcher Aschenberge dagegen stehen mit einem bereits weiter vorgeschrittenen Entwickelungsstadium des Vulkanismus, mit aufgeschütteten Bergen in Zusammenhang. Dass aber unsere Tuffgänge der Gruppe von Urach sicher nicht mit solchen aufgeschütteten Bergen, sondern nur mit ehemaligen Maaren in Verbindung standen, dafür sind die Beweise aufgeführt auf S. 587 pp. sowie am Schlusse dieser Arbeit unter den Zusätzen (S. 807—810).

In ganz derselben Weise lässt sich aus den Angaben Lecoq's entnehmen, dass er einen Teil der in der Auvergne auftretenden Tuffberge für an Ort und Stelle entstanden ansieht, dass er sie also als selbständige Ausbruchspunkte betrachtet. Ist das der Fall, dann müssten deren Ausbruchskanäle sich natürlich ebenfalls mit Tuff erfüllt erweisen, wenn man sie im aufgeschlossenen Zustande kennen

---

[1] Vulkane der Eifel. S. 243. No. 26 u. 27.

[2] Die Vulkane der Eifel in ihrer Bildungsweise erläutert. Haarlem 1864.

würde. Von anderen dortigen Vorkommen aber hebt M. Boule ganz ausdrücklich das Gegenteil hervor, so s. B. von denjenigen, welche die Felsen von St. Michel und Corneille bilden. Diese treten, wie er sagt, nicht[1] in durchgreifender Lagerung auf. Es sind in verschiedener Weise cementierte, oben aufgelagerte Tuffbreccien, welche in ihrer Breccienstruktur viel Ähnlichkeit mit denen der Gruppe von Urach besitzen.

Auch in Italien finden wir in den Peperinen solche den unserigen ähnliche Tuffbreccien. Die Ähnlichkeit kann eine so grosse sein, dass auch hier die Frage sich aufdrängt, ob nicht dieser Peperin auch hier und da die gangförmige Lagerungsweise mit unseren Tuffbreccien teile. Im Gebiete von Frosinone in Mittelitalien ist das entschieden nicht der Fall. Ebensowenig im Albaner Gebirge, wo der Peperin stromartig geflossen ist (s. S. 694).

Es besitzt nun aber auch der nicht zum Peperin gerechnete sogenannte graue campanische Tuff in Unteritalien eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren Tuffen darin, dass er ungeschichtete Massen bildet, in welchen sedimentäre Gesteine, Kalke und Sandsteine eingesprengt liegen. Da diese letzteren der Mehrzahl nach verändert sind, so erklärt sie Scacchi als Auswürflinge, welche bei der Entstehung der Asche mit ausgeschleudert wurden; doch nimmt er an, dass ihre Hauptmetamorphose erst im Tuffe, nicht schon in dem vulkanischen Schlunde erfolgt sei. Deecke[2] dagegen betrachtet mit Johnston-Lavis diese Sedimentärgesteine nicht als Auswürflinge. Er nimmt vielmehr an, dass dieselben nur durch Abschwemmung und Abrutschen infolge von Erdbeben von den benachbarten Gebirgen auf und in den Tuff herabgewaschen und dann den obersten Lagen des Tuffes eingeschaltet wurden. Er begründet seine Auffassung mit dem Umstande, dass die Kalkstücke nur in der unmittelbaren Nähe der den Tuff begrenzenden Gebirge reichlich im Tuffe vertreten sind, dagegen um so seltener werden, je weiter man sich vom Gehänge entfernt. Da diese Einschwemmung in den Tuff auch während der Bildung desselben vor sich ging, so erklären sich auf solche Weise auch die den tieferen Lagen des Tuffes eingeschalteten Kalkmassen, welche in mehr oder weniger deutlichen Schichten keilartig

---

[1] M. Boule, Description géologique du Velay. (Bull. des serv. de la Carte géol. de la France. T. 4. No. 28. Paris 1892. Ich citiere nach dem Neuen Jahrbuch f. Min. etc.).

[2] Zur Geologie von Unteritalien. No. 3. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1891. Bd. II. S. 291, 315, 316 pp.

in denselben eindringen. Die Metamorphose aller dieser Kalke kann daher auch nach der Auffassung DEECKE's nur eine nachträgliche sein, wie das schon SCACCHI meinte. Sie wurde bewirkt durch die im Tuffe eingeschlossenen Gase und Säuren.

Es giebt indessen doch Verhältnisse, welche, wie DEECKE selbst hervorhebt, mit seiner Erklärung nicht in Einklang zu bringen sind, so dass man in diesen Fällen wirklich Auswürflinge vor sich haben muss. Dahin gehören diejenigen Kalkblöcke, welche sich, unregelmässig verteilt, mitten in den ungeschichteten Tuffmassen befinden. In noch höherem Masse gilt das aber von den vielleicht mio- oder pliocänen Sandsteinen, da solche gar nicht in den die Tuffe umgebenden Randgebirgen anstehen.

Wie dem nun aber auch sei, es ist auf solche Weise durch mangelnde Schichtung des Tuffes, sowie durch Beimengung sedimentärer veränderter Gesteine eine gewisse Übereinstimmung mit unseren Tuffen von Urach vorhanden. Aber es könnten auch die Lagerungsverhältnisse beider eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. Wie nämlich unsere Tuffe, soweit sie oben auf der Hochfläche der Alb auftreten, nie oben auf den Hügeln, sondern in kesselförmigen Vertiefungen liegen, so erscheint auch der campanische Tuff nie auf den Bergen, sondern meistens in der Tiefe der Thäler in kesselförmigen Einsenkungen und Grabenbrüchen des Kalkgebirges. Daher hat SCACCHI die Entstehung dieser zahlreichen, getrennten Vorkommen des campanischen Tuffes auf ebenso viele gesonderte Schlünde zurückzuführen gesucht, aus welchen der Tuff mit den sedimentären Stücken im Zustande einer Schlammlava herausgequollen wäre. Sollte das wirklich der Fall sein, dann würde dieser Tuff gewiss auch die, freilich unbekannten, Ausbruchskanäle erfüllen. Das wäre dann eine Übereinstimmung der Lagerungsverhältnisse mit denjenigen der Gruppe von Urach.

Eine solche Deutung wird aber von DEECKE aus mehrfachen Gründen bekämpft. Einmal spricht nach ihm dagegen die nahezu gleiche Beschaffenheit, welche der Tuff an so vielen voneinander getrennten Orten besitzt, während doch aus so zahlreichen verschiedenen Schlünden auch verschiedenartiges Material gefördert sein müsste. Sodann hält DEECKE überhaupt das Dasein einer so grossen Zahl von Ausbruchsstellen für wenig wahrscheinlich. Ferner hebt er hervor, dass Schlammvulkane immer nur aufgeweichtes, bereits vorhandenes Gesteinsmaterial, also wesentlich Thone, Mergel und Sande emporbringen. Endlich weist er darauf hin, dass eine so

grossartige Gasentwickelung, wie sie hierfür nötig wäre, doch nicht so plötzlich wieder zum Stillstand gelangt sein könnte und dass überhaupt ähnliche Erscheinungen in Campanien weder vorher noch nachher je wieder beobachtet worden seien. Deecke hält daher den campanischen Tuff für das Ergebnis eines oder mehrerer, dicht hintereinander folgender Ausbrüche eines einzigen grossen Centrums[1]. Die von demselben ausgeworfenen Aschenmassen fielen ursprünglich auch auf die umliegenden Berge. Von diesen aber wurden sie durch die begleitenden Regengüsse abgeschwemmt und in den zwischen den Höhen liegenden Niederungen angehäuft.

Ich beabsichtige nun durchaus nicht diese von Deecke gegebene Lösung anzugreifen; sie mag auch einleuchtender sein als Scacchi's Ansicht von dem Dasein zahlreicher Schlammvulkane. Um solche letzteren kann es sich überhaupt da, wo nicht Sand und Thon, sondern echte vulkanische Asche ausgeworfen wird, gar nicht handeln, denn Schlammvulkane (S. 687) sind eben keine Vulkane. Scacchi dürfte daher höchstens an echte Vulkanausbrüche gedacht haben, bei welchen die lose Asche durch atmosphärische Wasser (S. 687) sekundär in Schlammtuff verwandelt worden wäre. Ich denke mir, dass er nur Derartiges im Sinne gehabt hat, aber auch dem gegenüber mag Deecke noch recht haben.

Trotzdem aber muss ich einzelne der von Deecke angeführten Gründe in Bezug auf ihre allgemeine Gültigkeit bekämpfen. Käme ihnen nämlich eine solche zu, so würden sie ihre Spitze auch gegen die in dieser Arbeit vertretene und in fast 121 Fällen zweifellos bewiesene Auffassung kehren, dass unsere Tuffe in zahlreichen, vereinzelten Ausbruchsherden entstanden sind. Sie würden sich auch im gleichen Masse gegen die Ansicht wenden, dass in der Auvergne wenigstens ein Teil des sogen. Peperits in zahlreichen, vereinzelten Ausbruchsstellen zu Tage gefördert wurde.

Zunächst darf die an zahlreichen Orten so nahezu gleichbleibende Beschaffenheit des Tuffes nicht, wie Deecke will, als ein Merkmal angesehen werden, welches unter allen Umständen nur durch einen einheitlichen Ausbruch an einer einzigen Stelle der Oberfläche erzeugt werden kann. Es kann vielmehr gleichartige Tuffmasse sehr gut auch durch zahlreiche getrennte Ausbruchsöffnungen an der Erdoberfläche ausgeworfen werden, wenn nur der Ausbruchsherd in der Tiefe ein einheitlicher ist. Ob aus solchem

[1] l. c. S. 320.

Herde dann die zerstäubten Massen nur an einer einzigen grossen Stelle oder aber durch zahlreiche kleine Öffnungen herausgefördert werden, das ist eine nebensächliche Erscheinung. In dieser Weise war der Vorgang bei den Ausbrüchen in der Gruppe von Urach, in welcher an 121 verschiedenen Punkten völlig gleichartiges Material zu Tage gefördert wurde.

Das gilt von dem eigentlichen Tuffe, also dem rein vulkanischen Materiale. Was dann aber die dem letzteren beigemengten Sedimentär- oder besser Fremdgesteine[1] anbetrifft, so können dieselben natürlich auch bei zahlreichen vereinzelten Ausbruchsstellen dann gleichartig sein, wenn die vom Eruptivmaterial durchbrochenen Gesteinsmassen gleichartig waren. Das aber ist und war bei der Gruppe von Urach der Fall, weil hier fast horizontale Schichtung, der Juraformation wenigstens, herrscht.

Wenn dann ferner Deecke überhaupt das Dasein einer so grossen Anzahl von kleinen Ausbruchsstellen für weniger wahrscheinlich hält, als die Bildung nur einer einzigen grossen, so stimme ich im allgemeinen dem bei; es mag auch in dem campanischen Sonderfalle sich so verhalten. Aber dass derartige Verhältnisse doch auch vorkommen können — was Deecke übrigens auch gar nicht bestreitet — das zeigt sich eben bei der Gruppe von Urach, wo wir auf 20 □Meilen an 127 solcher Ausbruchskanäle[2] besitzen.

Der vierte von Deecke angeführte Grund, dass nämlich eine so grossartige Gasentwickelung nicht so plötzlich wieder zum Stillstand gelangen könnte, bezieht sich wohl nicht auf die, dem Schmelzmagma beigemengten Gase, sondern auf solche Gasmassen, durch welche die pseudovulkanischen Erscheinungen der Schlammvulkane erzeugt werden, also vorwiegend Kohlenwasserstoffe; denn solche hat ja, nach Deecke's Ansicht, Scacchi im Sinne, gegen solche muss sich also sein Ausspruch wenden. Da es sich bei der Gruppe von Urach um solche nicht handelt, so würde dieser Grund mir nicht als Einwand entgegengehalten werden können. Wollte man aber das von Deecke über die Gasentwickelung Gesagte auch auf echte Vulkane als allgemein gültig übertragen, so würde ich auch hier Verwahrung einlegen müssen; denn sowohl bei Urach, als auch vermut-

[1] Denn es handelt sich bei der Uracher Gruppe auch um ausgeworfene Granite u. s. w.

[2] Ein kleiner Teil derselben ist mit Basalt erfüllt. Daher bald nur die Zahl 121, wenn es sich nämlich nur um die tufferfüllten Röhren handelt; und bald 127, wenn die Gesamtzahl gemeint ist.



lich z. T. in der Auvergne, hat eine so grossartige Gasentwickelung, welcher unsere Tuffe und jene Peperite ihre Entstehung verdanken, in kurzer Zeit stattgefunden.

Wie man sieht, ist ein grosser Teil der von DEECKE gegen SCACCHI's Ansicht geltend gemachten Gründe hinfällig. Das konnte freilich DEECKE unmöglich ahnen, denn die überaus eigenartigen Verhältnisse des Gebietes von Urach waren bisher nicht bekannt. Es wäre daher von hohem Interesse, wenn jener campanische Tuff aufs neue nun mit dem bei Urach gewonnenen Bilde vor Augen geprüft werden könnte.

Sicher sind jedenfalls zwei Dinge: Die Verhältnisse der Gruppe von Urach beweisen einmal, dass das, was SCACCHI behauptete, nicht nur möglich ist, sondern auch vorkommt. Zweitens, dass es vielleicht gar nicht, wie SCACCHI glaubte, der Zuhilfenahme des Wassers, der Schlammtuffbildung, bedarf, um solche Verhältnisse zu erklären.

Aber selbst in dem Falle, dass SCACCHI recht haben sollte, würde doch keineswegs eine Analogie mit den Verhältnissen der Gruppe von Urach vorliegen. In letzterer haben wir Maare und tufferfüllte Kanäle rundlichen Querschnittes, welche sich die vulkanischen Gase selbstthätig ausgeblasen haben, ohne Zuhilfenahme von Spalten. Dort haben wir deckenförmig, also aufgelagerten Tuff, kennen nicht die Füllmasse der Kanäle und wissen nicht, ob es röhrenförmige Kanäle oder Spalten sind.

F r a n k r e i c h. Das ob seiner Vulkane und Maare berühmte Centralplateau von Frankreich hat ebenfalls vulkanische Tuffe, welche gleich denjenigen der Gruppe von Urach Breccien sind. LECOQ bezeichnet sie wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Peperinen Italiens als Peperit. Erklärlicherweise habe ich, als ich vor Jahren die Auvergne durchstreifte, auf die genaueren Lagerungsverhältnisse des Tuffes dieser Gegenden nicht geachtet. Ich bin daher auf die Angaben von LECOQ angewiesen. Aber auch dieser hatte wohl, mangels günstiger Aufschlüsse, wenig Veranlassung, die Lagerungsverhältnisse des dortigen Peperins einer genaueren Untersuchung zu unterziehen und namentlich zu achten auf die Gestalt etwaiger Tuffgänge und ihren Zusammenhang mit Maaren.

Der Peperin erscheint in der Auvergne teils in Gestalt einzelner Hügel, teils in Form grösserer, ausgedehnter Flächen. Im letzteren Falle bildet er selbstverständlich eine aufgelagerte Decke. Im ersteren könnten die Hügel ebenfalls nur Erosionsreste einer einstigen Decke sein, sie könnten aber auch die Köpfe senkrechter

Gänge bilden, wie letzteres in der Gruppe von Urach der Fall. Es scheint mir nun, dass die Beschreibung LECOQ's Anhaltspunkte dafür giebt, dass wirklich letzteres bisweilen vorkommt. LECOQ[1] sagt ganz deutlich, dass die Peperite bald an Ort und Stelle ausgebrochen sind, den Kalk durchbohren und kleine Hügel bilden, bald als Schlammströme geflossen sind. Ich werde sogleich derartige Stellen anführen. Ein Teil dieser Peperite ist auch im Wasser abgelagert, denn er wechsellagert mit Kalkschichten. Das ist z. B. bei Pont-du-Château, östlich von Clermont, der Fall. Ein anderer Teil ist, wie gesagt, nach LECOQ als Schlammstrom geflossen. In beiden Fällen ist also keine Analogie mit unseren Verhältnissen vorhanden.

Dagegen könnte es sich wohl um gangförmige Lagerung des Tuffes in den folgenden Fällen handeln:

Bd. IV, S. 77 spricht LECOQ von den Phryganeenkalken, welche sich als „percés par des péperites" erweisen. „Presque partout les tufs semblent sortir du calcaire. On les retrouve même sous le calcaire, lorsque l'on creuse." Wenn also der Peperin den Kalk durchsetzt, so muss er auch die Gänge in die Tiefe hinab erfüllen.

Bd. IV, S. 77 wird ein Basaltgang erwähnt, welcher rings vom Peperin umgeben ist, und von letzterem gesagt: „Elles paraissent s'être fait jour comme le basalte et en même temps que lui." Dieselbe Lagerung also, wie z. B. am Götzenbrühl No. 87, Bölle bei Owen No. 49 u. s. w., wo auch der Tuff an Ort und Stelle zur Eruption gelangt ist, den Kanal erfüllt und seinerseits den Basaltkern umschliesst.

Bd. IV, S. 35 wird die Lagerung des Peperin geschildert als „un filon, dont la direction serait presque NO.—SE." Ist das eine mit Peperin erfüllte Gangspalte?

Bd. IV, S. 79 ist der kleine Puy de Cornonet geschildert, welcher unten aus Kalkmergel, oben aus Peperin besteht. „Le tuf (pépérite) en constitue le sommet et descend à l'ouest sous la forme d'une petite coulée. C'est un tuf d'éruption sorti sur ce point même." Hier haben wir anscheinend ganz dieselben Lagerungsverhältnisse, wie sie uns so oft bei der Gruppe von Urach entgegentreten. So z. B. beim Egelsberg No. 79, dem Lichtenstein No. 71 und anderen. Auch hier besteht der Fuss des Berges aus Sedimentgestein, die Kuppe desselben aus Tuff, welcher sich an einer Seite des Berges als Zunge hinabzieht. LECOQ deutet das als Eruption an der Spitze,

---

[1] Bd. IV. S. 95.

von welcher aus ein Schlammstrom den Berg hinabgeflossen sei. In unserem Gebiete ist das erweislich kein Schlammstrom, sondern ein kleiner, an der Flanke zu Tage ausstreichender Ausläufer des in die Tiefe hinabsetzenden Ganges. Ist vielleicht die Ansicht Lecoq's irrig, so dass auch dort ein in die Tiefe hinabsetzender Tuffgang vorläge?

Bd. IV, S. 82 heisst es: „Le puy de Crouël est le résultat d'une éruption basaltique, dont les tufs seuls sont sortis."

Genug der Beispiele, aus welchen ersichtlich ist, dass die Tuffe dort z. T. in Gangform auftreten. Ob das freilich Spalten oder röhrenförmige Kanäle sind, das ist hier nicht klarzustellen. Wohl aber gehen die gangförmige Lagerung und die Röhrengestalt der Kanäle für die Tuffbreccien im Puy-en-Velay hervor aus einer Mitteilung Daubrée's [1]. Dieser sagt ausdrücklich, dass die cylinderförmigen Tuffsäulen, welche bei und in Puy-en-Velay aufragen, nichts anderes als cylinderförmige Tuffgänge seien, welche infolge ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit als Erhöhungen aufragen.

Im Puy-en-Velay haben wir also dem inneren Wesen nach ein vollständiges Analogon zu den Verhältnissen in unserer Gruppe von Urach! Hier wie dort Ausbruchskanäle runden Querschnittes, erfüllt mit einer Tuffbreccie, also senkrechte Tuffgänge, welche infolge ihrer Härte in Form von Hügeln über die Umgebung aufragen. Freilich, ganz vollständig wäre das Analogon nur dann, wenn dort, wie sicher bei uns, auch Maare vorgelegen hätten, wenn also der oberste Teil der tufferfüllten Röhre leer geblieben wäre. Vor allem aber wenn der Tuff dort nicht in Form von Schlammströmen geflossen wäre, denn Derartiges kommt in unserem Gebiete nicht vor. Unser Tuff ist ein Trockentuff. Ich kann nicht entscheiden, ob die Schlammtuffnatur für die Auvergne wirklich erwiesen ist. Möglicherweise ist das gar nicht der Fall. Jedenfalls wäre das Fehlen der Maarkessel aber kein schwerwiegendes Merkmal. Es giebt alle Übergänge zwischen dem Maar mit dem 400 m tiefen Kessel bezw. Trichter, bis zu dem Maar ohne jeden derartigen Hohlraum; also alle Übergänge zwischen einer nur 400 m unter der Erdoberfläche hinauf mit Tuff erfüllten Ausbruchsröhre und einer bis an die Mündung hin angefüllten. Das sind nur Unter-

[1] Bull. soc. géol. France. 3ème série. T. 19. S. 330.

schiede des Masses, nicht solche des inneren Wesens, welche mithin ganz belanglos sind, wie früher dargethan wurde.

Südafrika. Wenn wir weiter Umschau halten, wo auf Erden wir wohl gleiche Lagerungsverhältnisse vulkanischer Tuffmassen wie in der Gruppe von Urach finden, so wird unser Blick auf Südafrika gelenkt. Denn dort liegen die weltberühmten Tuffe, aus welchen so massenhaft Diamanten zu Tage gefördert werden, gleichfalls in senkrechten, röhrenförmigen Kanälen, welche die Hochfläche der Karooformation durchbohren.

Das hohe Interesse, welches sich in doppelter Beziehung an diese merkwürdigen Vorkommnisse heftet — wegen der eigentümlichen Lagerungsverhältnisse und wegen des häufigen Auftretens der Diamanten — hat erklärlicherweise verschiedentlich die Forscher zu Arbeiten über dieses Gebiet angeregt.

Zuerst ist durch E. Cohen auf einer, zur Erforschung der südafrikanischen Diamantenfelder unternommenen Reise über die Lagerungsverhältnisse und die Entstehungsweise jener rätselhaften Kesselbildungen wie ihres Inhalts berichtet worden[1].

Dann hat man sich auf französischer Seite mit der Frage nach der Herkunft dieser Dinge beschäftigt und zwar geschah das durch Chaper[2], Friedel[3], Jannetaz[4], Fouqué und Michel-Lévy[5]. Auch hat Maille eine „Géologie générale des mines de diamants de l'Afrique du Sud[6]" gegeben. Im Jahre 1891 ist Daubrée auf experimentellem Wege in einer überaus interessanten

---

[1] E. Cohen, Geologische Mitteilungen über das Vorkommen der Diamanten. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1872. S. 857—861. — Erklärung gegen Dunn, dessen Bemerkungen das Vorkommen der Diamanten in Afrika betreffend. Ebenda 1874. S. 514—515. — Über einen Eklogit, welcher als Einschluss in den Diamantgruben von Jagersfontein, Orange Freistaat, Süd-Afrika vorkommt. Ebenda 1879. S. 864—869. — Die südafrikanischen Diamantfelder. Fünfter Jahresbericht d. Vereins f. Erdkunde zu Metz pro 1882. Metz. Scriba. 1882. S. 132 pp. Mit Tafel. — Geognostisch-petrographische Skizzen aus Süd-Afrika. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1887. Beil.-Bd. V. S. 195—274. Vergl. auch Ad. Schenck, Über Glacialerscheinungen in Süd-Afrika. Habilitationsschrift. Halle 1889. S. 5 u. 6.

[2] Sur les mines de diamant de l'Afrique australe. Bull. soc. minéral. France. 1879. II. S. 195—197.

[3] Sur les minéraux associés au diamant dans l'Afrique australe. Ebenda S. 197—200.

[4] Observations sur la communication de M. Chaper. Ebenda S. 200—201.

[5] Note sur les roches accompagnant et contenant le diamant dans l'Afrique australe. Ebenda S. 216—228.

[6] Annales des Mines. 1885. S. 193 pp.

Abhandlung der Frage nähergetreten, auf welche Weise diese eigenartigen Kesselbildungen Südafrikas, zugleich aber auch die Schlote und Kanäle anderer, sicher vulkanischer, Gegenden entstanden sein mögen[1]. Gleich darauf erfolgte dann aber von CHAPER ein die Folgerungen DAUBRÉE's auf die südafrikanischen Verhältnisse[2] zurückweisender Angriff gegen denselben.

Auf Grund der Darstellungen der genannten Forscher ergiebt sich das folgende Bild der einschlägigen Verhältnisse:

Wie die schwäbische Alb, so ist auch die südafrikanische Karoo eine Hochebene von grosser Ausdehnung und horizontalem Schichtenbau. Der Name Karoo hat in Südafrika lediglich die Bedeutung einer mehr oder weniger wasser- und pflanzenlosen Hochebene, also einer Wüste. Allein man hat diesen Namen später in die Geologie übernommen und bezeichnet mit demselben nun auch die Formationen, aus welchen die Hochebenen der Karoos bestehen.

Das Alter dieser Karoo-Formation ist lange Zeit umstritten worden. Die untersten Schichten derselben gehören vielleicht noch dem Unter-Carbon an. Der Tafelberg-Sandstein wird dem Silur oder Unter-Devon zugerechnet[3]. Die obersten Schichten reichen aber vielleicht bis in die oberste Trias, das Rhät hinauf. Jüngere Schichten als diese der oberen Karooformation treffen wir im Innern Südafrikas überhaupt nicht. Nur in den Küstengegenden erscheinen solche des Kreidesystems.

Was die Lagerung der Karooformation anbetrifft, so ist dieselbe, mit Ausnahme der südlichen Kapkolonie, wo sich eine Faltung vollzogen hat, eine fast ungestörte. Im N. fallen diese nahezu horizontalen Schichten etwas nach S., im S. dagegen besitzen sie ein schwach nördliches Fallen, in Natal, d. h. im O., ein solches nach W. Die Lagerung ist also die eines sehr flachen Beckens von bedeutender Grösse. Während dasselbe im allgemeinen ringsherum durch andere Bildungen begrenzt ist, zeigt es sich im O. in Natal und Kaffraria, in ähnlicher, nur sehr viel stärkerer Weise aufgeschlossen, wie unsere Alb an ihrem SO.-Rande. Wie hier

[1] Recherches expérimentales sur le rôle possible des gaz a hautes températures, doués de très fortes pressions et animés d'un mouvement fort rapide, dans divers phénomènes géologiques. Bull. soc. géol. France. 1891. 3e série. T. 19. S. 313 u. S. 944.

[2] Observations à propos d'une note de M. Daubrée. Bulletin soc. géolog. France. 1891. S. 944 pp.

[3] Gürich, Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1889. Bd. II. S. 80.

durch die Donaubruchlinie die frühere südliche Fortsetzung der Alb in die Tiefe hinabgesunken ist (s. vorne S. 13), so ist auch dort längs einer grossen Bruchlinie die östliche Fortsetzung der Karoo in die Tiefe gesunken. Steigt man daher von der O.-Küste aus gegen W. wandernd bergauf, so findet man die abgesunkenen Karoobildungen in niedriger Lage an der Küste, während die stehengebliebenen weiter landeinwärts als Hochebene aufragen. Der abgesunkene Teil ist hier also nicht durch jüngere Bildungen wieder zugedeckt worden, wie das am SO.-Rande der Alb der Fall ist.

Die Gesteine der Karooformation bestehen aus wechselnden Schichten von Schieferthonen, Mergelschiefern, schieferigen und anderen Sandsteinen. Diese Schichten werden an zahlreichen Stellen durchsetzt von Eruptivgesteinen, welche der Gruppe der Diabase und Melaphyre angehören. Dieselben haben sich vielfach in Form von Lagern und Decken ausgebreitet, welche teils zwischen die Schiefer und Sandsteine gelagert sind, teils über den obersten Schichten derselben liegen. Sie sind härter als die Schiefer und Sandsteine. Dadurch werden sie nun genau ebenso von entscheidendem Einflusse auf die Oberflächengestaltung der Karooebene, wie die harten Kalke des Weissjura auf diejenige der Albebene, welcher letzteren eruptive Lager ja fehlen: sie schützen die unter ihnen liegenden weicheren Gesteine wie ein aufgespannter Regenschirm den Träger desselben schützt.

Hier wie dort entstehen also Tafelberge. Nur mit dem Unterschiede, dass über die ganze Albebene eine einzige zusammenhängende harte Decke ausgebreitet ist, während über die Karoo eine grosse Anzahl kleinerer, räumlich beschränkter harter Decken sich ausdehnt. Daher bildet die ganze Alb, von N. her betrachtet, einen einzigen Tafelberg von ungeheurer Ausdehnung; und nur an dem, in Fransen zerschnittenen NW.-Rande derselben springen zahlreiche kleine Tafelberge, in Form von Zungen oder bereits ganz abgeschnürten Inseln, als Teile dieses grossen Tafelberges in das Vorland hinein.

Anders auf der Karooebene. Hier haben sich oben auf der Hochfläche derselben überall da solche kleineren Tafelberge gebildet, wo und soweit sich eine schützende Decke jener harten Eruptivgesteine über die Sandsteine und Schiefer ausgebreitet hatte.

Nicht alle Berge aber, welche auf die Karooebene aufgesetzt sind, erscheinen als Tafelberge. Es giebt auch spitzkegelförmig gestaltete, die sogen. „Spitzkopjes". Dass dieselben aus der

Zerstörung einstiger Tafelberge hervorgehen, lässt sich an einzelnen derselben deutlich erkennen. Von einer Seite erscheinen sie noch als Tafelberg, von der anderen bereits als Spitzkopf. Genau in derselben Weise gehen aber auch die kleinen Tafelberge am NW.-Rande der Alb in spitze Kegel über, so dass von weitem durchaus den Eindruck hervorrufen können, als seien sie echte Bühle, d. h. vulkanischer Natur. Sehr deutlich lässt die Achalm bei Reutlingen diese allmähliche Entstehung des Kegels erkennen. Denn sie erscheint von N. gesehen bereits als „Spitzkopf“, von W. oder O. noch als Tafelberg.

Diese Karoos, welche in Südafrika einen grossen Raum einnehmen, bilden aber nicht eine einzige Hochebene. Sie bestehen vielmehr aus S t u f e n, d. h. aus mehreren Hochebenen von verschiedener Meereshöhe, welche 6—900, 900—1000, 12—1400 m beträgt. Wiederum ganz Ähnliches finden wir in der Alb, deren Hochfläche gleichfalls (s. vorne S. 9 Fig. a) aus drei Stufen α, β, dann γ, δ und ε, ζ in steigendem Niveau besteht. Auf eine jede dieser Karoos sind hier und da wiederum die bereits erwähnten kleineren tafelförmigen Berge aufgesetzt, die sich von geringer Höhe bis zu der von einigen 100 m über die Hochebene erheben. Diese Tafelberge bestehen entweder ganz aus Eruptivgestein, Diorit, oder sie werden in ihrem unteren Teile gebildet durch dieselben Sandsteine und Schiefer, welche der Karooformation eigentümlich sind und erst ihr Gipfel wird von dem Eruptivgesteine bedeckt.

E i n g e s p r e n g t i n d i e s e H o c h e b e n e der Karoo findet sich nun eine grosse Anzahl von Löchern runden oder elliptischen Umfanges, welche jedoch zweifach verschiedener Art sein sollen.

Die zu der einen gehörigen, von den Boeren Pans genannt, sind Becken von einigen Metern Tiefe, in welchen sich bisweilen das Wasser sammelt. MOULLE vermutete, dass diese Pans ganz dieselben Bildungen wie die sogleich zu betrachtenden zweiter Art seien. Er meinte also, dass diese Becken nur die obere Mündung von Kanälen seien, welche die Erdrinde durchbohren und wie jene mit diamantenführendem Gesteine angefüllt wären. DAUBRÉE nahm das sogar als sicher an. CHAPER aber trat einer solchen Auffassung sehr scharf entgegen. Er hält sie für anderer Entstehung als jene und stützt sich darauf, dass niemals ein Diamant in der Tiefe eines solchen Pan gefunden sei.

Während diese Pans in grösserer Zahl und in allgemeinerer Verbreitung auf der Karoo auftraten, ist die zweite Art dieser Löcher,

die Diatremata DAUBRÉE's, bisher nur in der Zahl von17 bekannt. Sie findet sich auch nur auf einem Gebiete, welches sich vom Hart River (Griqualand) bis Fauresmith (Orange-Freistaat) über Kimberley ausdehnt und zwar in einer Längserstreckung von 200 km. Wir haben in der Gruppe von Urach dagegen 127 derartige Kanäle oder Diatremata und zwar auf einem Gebiete von 37 km Breite und 45 km Länge.

DAUBRÉE nahm an, dass diese Diatremata Südafrikas, dem Verlaufe einer Spalte folgend, in gerader Linie angeordnet seien. CHAPER sagt jedoch aus, dass es sich keineswegs um ein lineares Auftreten handele, sondern um eine unregelmässige Verteilung innerhalb eines breiten Streifens von 200 km Länge. In ganz derselben Weise scheinen auch in unserem schwäbischen vulkanischen Gebiete Spalten, d. h. Bruchlinien zu fehlen, so dass die Ausbruchskanäle hier wie dort unabhängig von zu Tage tretenden Brüchen der Erdrinde ausgeblasen wären (s. S. 623 ff.).

Im Gegensatze zu jenen Pans bildet nun diese zweite Art von Löchern nicht Becken von einigen Metern Tiefe. Sie sind vielmehr bis an den Rand angefüllt mit Gesteinsmasse; ja diese Füllmasse bildet in der Regel sogar Hervorragungen, welche sich einige Meter hoch über die Umgebung erheben. Wiederum wie auf der Alb bei der Teck-Burg No. 34 und Würtingen No. 25; ausserdem im Vorlande die zahlreichen Bühle.

Was diese Löcher, oder vielmehr ihre Füllmasse, so weltberühmt gemacht hat, das ist der Umstand, dass dieselbe zahllose Diamanten birgt. Aber auch die Löcher selbst, also die Hohlräume, welche später ausgefüllt wurden, sind sehr bemerkenswerte Bildungen, deren Entstehungsweise eine umstrittene ist.

Wie man nach Ausbeutung der diamantenführenden Füllung feststellen konnte, handelt es sich hier um Bildungen, welche am besten mit dem Namen Röhre, Kanal oder Schlot bezeichnet werden. DAUBRÉE nennt sie, wie schon bemerkt, Diatremata, weil sie eine cylindrische Gestalt besitzen und mit senkrechten Wänden in die Tiefe hinabsetzen, als wenn sie mit einem gewaltigen Locheisen in das Gestein der Karooformation eingestossen wären. Nur gegen oben erweitert sich der Cylinder ein wenig. Genau dasselbe Bild gewähren unsere Ausbruchskanäle der Gruppe von Urach. Die Schichtung des von ihnen durchsetzten Nebengesteines ist, ebenfalls wie bei uns, ungestört. Da jedoch, wo letzteres aus Schiefern besteht, sind die Schichten derselben auf die Erstreckung von einigen Metern auf-

gerichtet, und da wo das Nebengestein durch feste, krystalline Gesteine gebildet wird, ist die Oberfläche derselben, also die Innenseite der Wand des Cylinders, längsgestreift; und zwar wie DAUBRÉE sagt, durch die explodierenden Gase, wie CHAPER will, durch die bei den Ausbrüchen aus der Tiefe aufwärts getriebenen harten Gesteinsstücke.

Unmöglich konnten diese Kanäle anders entstehen, als indem die an ihrer Stelle befindlich gewesene Gesteinsmasse gewaltsam entfernt wurde. Von diesem herausgeschleuderten „Pfropfen" aber finden sich auffallenderweise keinerlei nennenswerte Reste in der Umgebung; wiederum genau wie bei unseren Kanälen. Dagegen liegen Reste des Nebengesteines in kleinen und grossen Stücken, bis hinauf zu riesigen Massen (floating reefs), in der die Löcher jetzt ausfüllenden, diamantführenden Gesteinsmasse. Ebenfalls ganz wie in der Gruppe von Urach. Während die Natur dieser Einschlüsse, je nach derjenigen des Nebengesteines, in den verschiedenen Gruben wechselt, ist diejenige der eigentlichen Ausfüllungsmasse in allen Löchern dieselbe. In den oberen Teufen besteht sie aus einem zersetzten, hellgelben Stoffe vollständig wie in vielen Fällen bei uns; mit 15—20 m Tiefe dagegen zeigt sich das unveränderte, dunkelbläulichgraue, sehr feste, ungeschichtete, also darin ganz wie bei uns beschaffene Gestein. Dasselbe gleicht nach COHEN durchaus einem veränderten vulkanischen Tuffe und besteht aus einer serpentinartigen Masse. Infolge der zahlreichen, in dieselbe eingebetteten Bruchstücke des durchsetzten Nebengesteines, muss man diese Masse als eine serpentinige Breccie bezeichnen; ganz ebenso, wie auch die Tuffe der Gegend von Urach eine Breccie bilden, erzeugt durch Einsprenglinge des durchbrochenen Nebengesteines im vulkanischen Tuffe.

DAUBRÉE[1] vergleicht diese Diamanten führende Tuffbreccie Südafrikas mit derjenigen Gesteinsmasse (s. S. 743), welche sich in Form von cylinderförmigen Felssäulen in der Umgebung von Puy-en-Velay und in der Stadt selbst erhebt. Auch dieses Gestein besteht aus einer Breccie verschiedener Basalte, Granite und anderer Urgebirgsarten, welche einst, wie das ähnliche Gestein Südafrikas, eruptive Kanäle erfüllte. Während aber in Südafrika diese Füllmasse noch in ihren Kanälen bezw. in dem Nebengestein steckt, ist dieses letztere, weil aus leichter zerstörbaren Schichten bestehend, im Puy-en-Velay längst abgetragen und fortgeführt, so dass die Füllmasse nun in Gestalt von Säulen emporragt.

[1] Bull. soc. géol. France. 3ème. T. 19. S. 330.

Man sieht, dass Daubrée diesen Gesteinsmassen im Velay ganz dieselbe Entstehungsweise zuerkennt, welche für unsere entsprechenden schwäbischen Bildungen gilt: er hält sie für an Ort und Stelle in den Röhren entstanden und für echt vulkanisch.

Da in Südafrika, mit einer einzigen Ausnahme, der Granit unter den Auswürflingen bezw. Einschlüssen in dieser serpentinigen Masse fehlt, so hat Chaper gefolgert, dass der Entstehungsherd der letzteren im allgemeinen über dem Granit liegen muss. Dieser befindet sich bei Kimberley mine annäherungsweise in 300 m Tiefe. Folglich müsste die serpentinige Ausfüllungsmasse der Löcher ungefähr bis zu einer annähernd gleichen Tiefe hinabsetzen. Zur Zeit der Anwesenheit Cohen's hatten die Arbeiten in den Gruben an einzelnen Stellen bereits die Tiefe von 130 m erreicht. Zudem war man durch einen Versuchsschacht noch weitere 20 m tiefer gegangen; immer noch blieb man aber in der Ausfüllungsmasse, ohne deren Liegendes erreicht zu haben. Auch Moulle führt in dem Jahre 1885 noch keine grössere Tiefen an. Übrigens hat diese Tiefe auch praktisch eine ausserordentlich grosse Bedeutung, weil der Reichtum an Diamanten mit derselben in hohem Grade zu wachsen scheint; in einer Tiefe von 200, 300, 400 Fuss hatte sich der Gehalt von Diamanten verdoppelt, verdrei- und vervierfacht gegenüber den obersten Teufen.

Die Grössenverhältnisse aller dieser mit Tuff erfüllten Kanäle sind nur mässige. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 20 m (Newlands Kopye) bis zu 450 m (Dutoits Pan); durchschnittlich schwankt er zwischen 150—300 m. Indessen ist der Querschnitt der Röhren meist ein ovaler, so dass die beiden Achsen eine verschiedene Länge besitzen. So hat Kimberley mine, die grösste und berühmteste Grube, Durchmesser von 270 und 200 m, Old de Beer 350 und 380 m.

Man sieht, diese Grössenverhältnisse fallen ganz innerhalb derjenigen Grenzen, welche sich bei den vulkanischen Kanälen der Gruppe von Urach ergeben (s. S. 601), nur dass in letzterer auch Durchmesser von 1000 m vereinzelt vorkommen.

Was nun die Entstehungsweise dieser eigenartigen Bildungen anbetrifft, so betrachtet Cohen die zahlreichen Hohlräume, in welchen der diamantführende Tuff liegt, als ebenso viele Kratere, aus welchen der letztere in Gestalt einer durchwässerten Asche zu Tage gefördert wurde. Bei diesem Vorgange erfüllten sich die Hohlräume teils direkt, teils aber indirekt durch die Zurückschwemmung

der ausgeschleuderten Massen. „Das Material zur Tuffbildung lieferten wahrscheinlich zum grösseren Teil in der Tiefe vorhandene krystalline Gesteine, von denen sich vereinzelt noch bestimmbare Reste finden. Erst in beträchtlicher Entfernung von den Diamantfeldern treten ähnliche Gesteine an die Oberfläche. Bei der durch vulkanische Kräfte bewirkten Zerstäubung dieser krystallinen Gesteine blieb der Diamant, welcher sich wahrscheinlich in ihnen gebildet hat, teils vollkommen erhalten, teils wurde er in Bruchstücke zersprengt und in beiderlei Form mit dem Tuff emporgehoben ..... Durch die Eruption wurden die Schichten der Schiefer- und Sandsteine mit den eingeschalteten Diabaslagern gehoben, durchbrochen und zertrümmert, und die Bruchstücke lieferten das Material für die zahlreichen von Tuff eingeschlossenen Fragmente und grossen zusammenhängenden Partien der genannten Felsarten."

Es liegt auf der Hand, dass man bei einer solchen Auffassung die Entstehung der Kratere auf Explosionen von Gasmassen zurückführen wird. Eine derartige Vorstellung findet sich denn auch, wie wir sahen, in neuerer Zeit vertreten durch Daubrée. Dieser kommt auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen über die explosiven Wirkungen von Gasen unter hohem Druck[1] zu dem Schlusse, dass nicht nur die, mit diamantführender, serpentiniger Masse ausgefüllten Löcher, sondern in gleicher Weise auch die vorher besprochenen „Pans" durch Explosionen von Gasen ausgeblasen seien.

Eine solche Erklärung bestreitet nun aber Chaper auf das entschiedenste[2]. „Ce ne sont point les gaz qui ont ouvert et agrandi les évents et entrainé à leur suite les boues liquides; celles-ci, also die schlammige Masse, sous l'influence d'une souspression, ont percé l'écorce superposée, en profitant probablement de points de moindre résistance," d. h. auf vorhandenen Spalten, wie aus S. 948 hervorgeht: „par quelques fissures préexistantes."

Nachdem Chaper so die Entstehung dieser eigentümlichen, senkrecht hinabgehenden, tiefen Kessel durch Gasmassen bestritten hat, erklärt er weiter: „C'est la pâte fluide qui a agrandi les boutonniéres, d. h. die Kessel, redressé les schistes au voisinage ..... Un agent non élastique est seul capable de maintenir l'identité de diamètre de la cheminé en traversant les roches les plus durs ..... Des cailloux durs, projetés avec violence par une des ouver-

[1] Bull. soc. géol. France. 3ème série. T. 19. S. 313 u. 944.

[2] Ebenda S. 946.

tures auraient été nécessairement corrodés et même en parties détruits[1]."

CHAPER stellt sich also vor, dass diese 17 Kanäle durch das Aufsteigen der schlammigen Massen entstanden seien und sagt, dass dieser Vorgang nicht stürmisch, wie bei vulkanischen Ausbrüchen, und auch nicht in einem einzigen Akt erfolgte. Vielmehr sei die Masse, wie bei der Mine von Bultfontain sich deutlich an den zarten Schichten erkennen lasse, in mehr- bis vielfachem Ausbruche in die Höhe gedrungen.

Welche Kraft hat denn nun aber nach CHAPER diese schlammigen Massen emporgetrieben, welche Kraft hat ihnen die Gewalt verliehen, die 17 tiefen Kanäle mit senkrechten Wänden zu erzeugen? Diese Kraft kann doch nur in Gasen zu suchen sein! In der That erklärt auch CHAPER an anderer Stelle wieder, dass hier Gase im Spiel gewesen seien. Aber er betont einmal, dass die Temperatur der serpentinigen Masse offenbar eine niedrige, gewöhnliche gewesen sei. Es ist das eine Ansicht, welche auch von MOULLE ausgesprochen wurde. Übrigens hat, was freilich nicht genau dasselbe besagen will, bereits COHEN seinerzeit hervorgehoben, dass sich von einer Wärmewirkung des Tuffes nichts erkennen lasse. In unserer Gruppe von Urach ist das anders, dort haben wir Kontaktmetamorphismus. Zweitens erklärt dann CHAPER, dass auch die Natur, die Art der Gase eine andere gewesen sei, als dies bei vulkanischen Ausbrüchen der Fall ist.

CHAPER bestreitet also eine vulkanische Entstehung dieses serpentinigen Schlammes. Er denkt vielmehr an ein Analogon der Ausbrüche, welche sich nicht selten bei Petroleumquellen ereignen. Wie hier durch Kohlenwasserstoffgase von niedriger Temperatur bisweilen nicht nur plötzliche Auswürfe von Steinöl, sondern auch mit diesem durchtränkten Sandes erfolgten, so sei dort in gleicher Weise der diamantführende serpentinige Schlamm zu Tage gefördert worden.

Ich kenne die südafrikanischen Diatremata nicht aus eigener Anschauung, darf mir also kein Urteil über dieselben erlauben. Ich möchte aber doch auf zwei Punkte hinweisen, in welchen CHAPER möglicherweise Trugschlüsse gezogen haben könnte.

Zunächst betrifft es das fast stete Fehlen des Granites in den Einschlüssen der serpentinigen Füllmasse der Diatremata Südafrikas. In der Gruppe von Urach finden wir Granite wohl in allen der

---

[1] Ich habe das besonders zu Betonende gesperrt drucken lassen.

121 Tuffgänge. In den 17 diamantführenden, fraglichen Gängen Südafrikas fehlt er fast stets. Nun liegt der Granit aber dort, wie CHAPER ausführt, nur in etwa 300 m Tiefe. Aus seinem Fehlen unter den aus der Tiefe heraufgebrachten Massen schliesst er daher, dass der Ausgangspunkt derselben in weniger als 300 m Tiefe, also über dem Granit zu suchen sei. Schwerlich wird jemand einen vulkanischen Herd in so geringe Tiefe verlegen; folglich handelt es sich nicht um eine vulkanische Erscheinung. So ist die Schlussfolgerung.

Allein zunächst ist die Frage doch die, ob der Granit in allen diesen südafrikanischen Kanälen nur in der geringen Tiefe von 300 m liegt, oder ob das nur bei einigen derselben der Fall ist. Es würde ja sehr gut denkbar sein, dass der Granit im allgemeinen dort in grosser Tiefe liege und nur unter einigen dieser Kessel, einen Rücken bildend, bis zur 300 m Teufe emporrage.

Wäre letzteres der Fall, dann würde das fast stete Fehlen des Granites unter den Einschlüssen der Füllmasse jener Diatremata hinsichtlich ihrer Tiefe, bezw. derjenigen des Entstehungsherdes gar nichts beweisen. Es ist eine bekannte Thatsache, dass unter den Auswürflingen der zahlreichen Vulkane Italiens zweifellose Granitstücke zu den grossen Seltenheiten gehören. Auch in den Tuffen der Eifel finden sich fast gar keine Einschlüsse altkrystalliner Gesteine. VON DECHEN[1] führt nur am Weinfelder Maar Stücke von Granit und Gneiss als bis dahin bekannt auf. Gleiches aber gilt von vielen anderen vulkanischen Gegenden.

Es könnte also das Fehlen des Granites in den Einschlüssen der fraglichen Bildungen Südafrikas nur dann gegen eine vulkanische Entstehungsweise derselben sprechen, wenn zweifellos nachgewiesen wäre, dass derselbe allerorten dort in der Tiefe ansteht, und dass er überall auch bis zur 300 m Tiefe emporragt. Ist das der Fall? Ich weiss es nicht. Übrigens wollen wir beachten, dass MOULLE zu dem ganz entgegengesetzten Schlusse wie CHAPER kommt, dass nämlich das diamantführende Gestein, in welchem der Edelstein ursprünglich lag und aus dessen Zersetzung und Zerstäubung die serpentinige Breccie hervorging, dass dieses unter dem Granite läge!

Ebensowenig kann nun aber zweitens das Fehlen von Kontaktwirkungen, welche von dem fraglichen serpentinigen Gesteine in Südafrika ausgeübt wären, als ein sicherer Beweis gegen die vul-

---

[1] Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vordereifel. Bonn 1861. S. 254.

kanische Entstehungsweise desselben gelten. Vulkanische Aschenmassen, welche erst in die Luft geschleudert wurden und dort erstarrten, brauchen keineswegs eine so hohe Temperatur beim Niederfallen zu besitzen, dass sie metamorphosierend auf das Nebengestein und auf ihre fremden Einschlüsse wirken, besonders wenn diese wie in der Karoo aus Schieferthonen und Sandsteinen bestehen. Unsere vulkanischen Tuffe der Gruppe von Urach haben auch nur in einigen Fällen (S. 546) auf das Nebengestein, freilich ausnahmslos auf eingeschlossene Stücke gewirkt. Aber auf welche? Stets nur auf die Kalke! Alle anderen Gesteinsarten sind fast stets unverändert geblieben[1]. Wenn also in der Karoo Kalke, welche sich leicht verändern, anständen, so würde dort vielleicht Metamorphismus zu sehen sein. Und wenn bei Urach umgekehrt nur Sandstein und Schieferthone anständen, wäre hier wenig oder nichts von Metamorphismus zu sehen! Das ist also kein Beweismittel, welches die Frage zur sicheren Entscheidung zu bringen vermag. Ich sollte meinen, dass dies aber durch die mikroskopische Untersuchung der rätselhaften serpentinigen Masse sich ermöglichen lassen würde. Bei dem hohen wissenschaftlichen Interesse, welches die Entstehungsweise dieser Kanäle Südafrikas darbietet, wäre eine solche Untersuchung sehr zu wünschen. In hohem Masse bemerkenswert, wenn auch leider nicht von durchschlagendem Einflusse auf die Entscheidung der Frage nach der Herkunft des jene Kessel in Afrika füllenden serpentinigen Gesteines, ist eine sehr auffallende Entdeckung von Luzi[2]. Derselbe hat dieses Gestein bei etwa 1770° C. geschmolzen, in den Schmelzfluss Diamanten eingetaucht und dann das Ganze eine weitere halbe Stunde dieser Temperatur ausgesetzt. Es zeigte sich nun, dass sich in den Diamanten grosse Löcher von verschiedener Gestalt gebildet hatten; wahrscheinlich, weil in dem Silikatmagma auf Kosten der Diamantmasse Reduktionsprozesse vor sich gingen. Danach möchte man allerdings schliessen, dass die Diamante nie in einem Schmelzflusse gelegen haben, denn sonst würden sie alle derartige Löcher besitzen. Es wäre danach die serpentinige Masse also doch keine vulkanische; denn man wird nicht annehmen wollen, dass die Diamanten erst später sich in derselben gebildet hätten; bei solcher,

[1] Zwar die Granite sind bisweilen metamorphosiert, das ist jedoch zweifellos dann nicht durch den Tuff, sondern schon in grosser Tiefe durch den Schmelzfluss geschehen.

[2] Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrg. 25. No. 14. Berlin 1892. S. 2470—2472. Über künstliche Corrosionsfiguren am Diamanten.

aber wohl ganz zu verwerfender, Annahme könnte allerdings doch ein vulkanischer Tuff vorliegen.

Auf die Bildungsweise dieser diamantführenden serpentinartigen Tuffe dürfte auch durch die weitere interessante Thatsache kaum ein Licht geworfen werden, dass nach H. G. Lewis das Muttergestein der Diamanten auf Borneo ein Serpentin, verwitterter eruptiver Peridotit ist[1]. In Afrika haben wir also Diamanten in demselben Gesteine wie auf Borneo, nur dass dasselbe in Afrika tuffig, auf Borneo fest ist. Leider ist aber nicht festgestellt, ob die afrikanischen Tuffe entstanden sind durch späteres Zerblasen eines längst festen Serpentines bezw. Olivingesteines, in welchem die Diamanten sassen; in diesem Falle könnte der Tuff das Zerblasen ebensowohl durch explodierende kalte Kohlenwasserstoffgase, als auch durch heisse vulkanische entstanden sein; hier wie da hätten wir aber nur zerschmettertes, durchbrochenes Gestein in den dortigen Tuffen zu sehen. Oder ob diese Tuffe entstanden sind als echt vulkanische Asche, durch das Zerblasen eines serpentinigen, bezw. ursprünglich olivinigen Schmelzflusses. Die oben erwähnte Empfindlichkeit der Diamanten gegen diesen künstlich hergestellten Schmelzfluss spricht gegen letztere Möglichkeit.

Die Darstellung dieser hochbemerkenswerten Verhältnisse Südafrikas ergiebt, dass wir bei einem Vergleiche derselben mit den eigenartigen Bildungen der Gruppe von Urach zu einem abschliessenden Urteile nicht gelangen können, weil eben das Urteil über die Entstehung der ersteren wohl erst später ein endgültiges werden wird.

Die Analogien beider Gebiete sind aber scheinbar schlagende: Hier wie dort eine Hochebene mit wagerechter Schichtenstellung, Tafelbergen und Spitzköpfen mit Erosionsrand und Bruchrand. Indessen ist das nebensächlich und zufällig. Gleiches gilt von der weiteren Analogie, dass die harte tuffige Füllmasse der Kanäle hier wie dort es liebt, in Form von Erhöhungen über ihre Umgebung aufzuragen[2]. Nebensächlich ist auch die Analogie, dass hier wie dort die tuffige Füllmasse dieser Kanäle in der Tiefe hart und dunkelfarbig, nahe dem Ausgehenden gelb und weicher geworden ist.

---

[1] Vergl. A. Knop, Separatabdruck a. d. Bericht über die 23. Versammlung des Oberrhein. geol. Vereins. S. 14.

[2] In unserem Gebiete freilich fast nur im Vorlande der Alb und an deren Steilabfalle, selten auch oben auf der Hochfläche selbst.

Wichtig dagegen sind andere Analogien: Hier wie dort diese Hochebene durchbohrt von tiefen Kanälen, ohne dass, wie es scheint, Spaltenbildung bemerkbar wird. Hier wie dort diese Kanäle mit senkrechten Wänden hinabsetzend, von meist rundlichem oder ovalem Querschnitte, ohne jene trompetenartige Erweiterung[1] gegen die Mündung hin, wie wir sie bei Maaren zu finden gewohnt sind. Hier wie dort diese Kanäle erfüllt, nicht mit festem Eruptivgestein, wie sonst fast stets auf Erden, sondern mit einer erst später erhärteten, ursprünglich lose und schüttig gewesenen Tuffmasse, welche zahlreiche Bruchstücke des durchbrochenen Nebengesteines einschliesst und ungeschichtet ist.

Gegenüber diesen zahlreichen, teils massgebenden, teils nebensächlichen Analogien stehen zwar auch Unterschiede. Allein dieselben sind, wenn auch an sich nicht wissenschaftlich bedeutungslos, so doch für den Vergleich meist nebensächlich und gleichgültig.

Zuvörderst das vom nationalökonomischen Standpunkte aus allerdings bedauernswerte Fehlen der Diamanten in unserem Gebiete. Sodann die Seltenheit dieser Kanäle im afrikanischen Gebiete, die Massenhaftigkeit derselben in dem schwäbischen, 17 gegen 127. Dies Verhältnis wird noch sehr gesteigert dadurch, dass jene 17 Kanäle auf einer 200 km langen Strecke verteilt sind, diese 127 dagegen nur auf einer 37 bezw. 45 km langen.

Völlig nebensächlich — wenn auch für die Erforschung vom höchsten Werte — ist ferner der Unterschied, dass unsere Füllmassen der Kanäle durch die Erosion an zahlreichen Stellen angeschnitten und freigelegt sind, während es in Afrika erst in später Zukunft einmal dahin kommen wird, so dass jetzt nur künstliche Entblössung stattfindet. Weniger nebensächlich, aber doch nicht von durchschlagender Entscheidungskraft, ist der weitere Unterschied, dass

[1] Dass eine solche trompeten- oder trichterförmige Mündung für einen Explosionskrater durchaus nicht notwendige Bedingung ist, zeigen, abgesehen von unseren Maaren der Gruppe von Urach, die fast in statu nascendi durch Naumann beobachteten beiden Explosionskratere auf Japan, S. 720.



unsere Tuffe häufig[1] eine Kontaktmetamorphose erkennen lassen, jene jedoch niemals.

So ist die Summe der Ähnlichkeiten zwischen den fraglichen Bildungen beider Gebiete eine erdrückende gegenüber derjenigen der Unähnlichkeiten. In der Gruppe von Urach liegen zweifellose vulkanische Bildungen vor. Sind jene südafrikanischen Gebilde wirklich nicht vulkanischer Entstehung, sondern nur das Erzeugnis von Schlammvulkanen, so sind die Ähnlichkeiten nur äusserlicher Natur. Letztere hat dann auf zweifach verschiedenem Wege, auf vulkanischem wie pseudovulkanischem, fast völlig Übereinstimmendes erzeugt. Nur die Beschaffenheit des Tuffes — hier basaltischer, eruptiver, echter Tuff; dort zerriebene, schlammige Masse präexistierender Gesteine — würde einen massgebenden Unterschied bilden. Sind dagegen jene südafrikanischen Gebilde gleichfalls echt vulkanischer Herkunft, dann haben wir in ihnen für unsere ziemlich vereinzelt auf Erden dastehenden Bildungen der Gruppe von Urach ein schönes Analogon gefunden.

Wenn wir nun in den bisher betrachteten Gegenden nur vereinzelt und nur fraglich vulkanische Bildungen gefunden haben, welche mit den im Gebiete von Urach auftretenden so eigenartigen Verhältnissen übereinstimmen könnten, so finden wir in dem jetzt zu besprechenden von Central-Schottland die vollste Analogie. Hier wie dort dieselben Tuffbreccien in derselben gangförmigen Lagerung, derselbe meist rundliche bis ovale Querschnitt der Ausbruchsröhren, dieselbe Unabhängigkeit der letzteren von Spalten und Bruchlinien. Aber das Gebiet von Urach besitzt gegenüber jenem den schwerwiegenden Vorzug, dass wir hier den Zusammenhang dieser eigentümlichen Gänge mit einstigen Maaren, in den verschiedensten Denudationsstadien, nachweisen können, während man dort, in Schottland, hinsichtlich dieser Frage im dunklen bleibt. So bietet uns das Gebiet von Urach den Schlüssel für das Verständnis der dortigen Bildungen.

---

[1] Häufig nur gegenüber den eingeschlossenen Bruchstücken der durchbrochenen Gesteine. Selten gegenüber dem Nebengesteine, in welchem sie aufsetzen.



Um die völlige Übereinstimmung vor Augen zu führen, ist es nötig, näher auf diese schottischen Verhältnisse einzugehen. Das betreffende Gebiet befindet sich in der Nähe von Edinburg, am Firth of Forth. Wie bei uns die Schichten des Jura, so sind dort diejenigen des Carbon von den vulkanischen Massen durchbrochen worden. Geikie hat dasselbe untersucht und in der unten stehenden Abhandlung beschrieben[1], auf welche Herr Geheimrat Rosenbusch meine Aufmerksamkeit zu lenken die Freundlichkeit hatte.

Die Mannigfaltigkeit dieser schottischen Bildungen ist indessen dort eine viel grössere wie bei uns. Dort treten Basalte und Porphyrite auf, hier nur Basalte. Aber auch die Mannigfaltigkeit der Lagerungsverhältnisse ist dort eine sehr viel grössere, nämlich eine vierfache: einmal sind dieselben derart, dass zu carboner Zeit Lavaströme an der Tagesfläche ausflossen und nun, von späteren Ablagerungen des Carbon bedeckt, denselben eingeschaltet sind. An anderen Stellen finden sich intrusive Gänge festen Eruptivgesteines, welches nie die Erdoberfläche erreichte, sondern in der Tiefe blieb, die Schichten des Carbon durchsetzend oder zwischen sie eindringend. Gegenüber diesen beiden Lagerungsformen fester Gesteine treten dann ebenfalls zwei verschiedenartige loser Massen, der Tuffe auf. Teils sind letztere ausgeworfen und auf diese Weise, wie ja sonst überall auf Erden, der damaligen Oberfläche aufgelagert worden. Teils aber findet man sie als Ausfüllungsmasse der Ausbruchskanäle und in diesen Tuffgängen dann bisweilen aufsetzend wieder kleine Basaltgänge.

Während unserem Gebiete die drei erstgenannten Erscheinungsweisen völlig fehlen, stimmt die letztgenannte durchaus hier und dort überein. Geikie nennt diese tufferfüllten Röhren rundlichen bis ovalen Querschnittes „necks“. Nicht immer ist der Umriss ein so regelmässiger, ihre Gestalt also derart, als sei ein gewaltiges Bohrloch durch die Erdrinde gestossen. Es giebt auch, ganz wie bei uns[2], Abweichungen. So z. B., wenn der Tuff in Spalten und Ritzen der Röhre hineingeblasen wurde da, wo die Gesteinsbeschaffenheit überhaupt die Entstehung solcher bei dem gewaltsamen Ausblasen vermittelte[3]. Oder wenn zwei ganz dicht nebeneinander liegende Röhren zu einer einzigen zerflossen[4].

---

[1] On the Carboniferous volcanic rocks of the basin of the Firth of Forth. Transact. Royal soc. Edinburg. Vol. 29. 1879. S. 437—518. Taf. 9—12.

[2] Zweiter Gang an der Gutenberger Steige No. 43.

[3] Geikie, S. 469. Fig. 12.

[4] Geikie, S. 457. Fig. 3.

Der Durchmesser dieser Röhren schwankt zwischen kaum 100 Fuss und 1,4 km[1], also zwischen ähnlich weiten Grenzen wie in unserem Gebiete[2].

Höchst eigenartig ist eine Erscheinung, welche in letzterem ganz unbekannt ist und wohl kaum vorkommt. In der Regel sind nämlich in Schottland die durchbohrten Schichten im ganzen Umkreis dieser Röhren stark abwärts gebogen. Hierbei sind sie meist stark metamorphosiert. Die Ursache ist GEIKIE fraglich. Er vermutet (S. 469), dass die Schichten zuerst durch die Hitze gehärtet und dadurch brüchig geworden seien. Bei dem später erfolgenden Sichsetzen der losen Tuffmasse in der Röhre seien die Schichten dann rings um dieselbe nachgesunken (s. die Fig. auf S. 768).

Die Ausfüllungsmasse dieser necks oder Röhren besteht nun in Schottland entweder nur aus zerschmetterten Bruchstücken des Nebengesteines, oder es finden sich diese mehr in den äusseren Teilen der Röhre, während die Seele derselben mehr durch Tuff erfüllt ist; oder der Tuff herrscht ganz vor (S. 458—459). Endlich können Basaltgänge in diesen Tuffgängen aufsetzen oder fehlen. Also ganz ähnliche Verhältnisse wie in unserem Gebiete von Urach.

In gleicher Weise zeigen sich hier wie dort die im Tuffe liegenden Bruchstücke der durchbrochenen Schichten metamorphosiert. Nach den Versuchen von HEDDLE (S. 459) hat die Temperatur, welche auf diese Stücke eingewirkt hat, zwischen 660 und 900° FAHRENH., also 236 und 321° C. geschwankt, sie ist also ebenfalls, wie bei unseren Tuffen, nur eine mässige gewesen.

Wie in unserem Gebiete[3], so finden sich auch in Schottland unter den zahlreichen, mit Tuff erfüllten Röhren einige solche, deren Füllmasse aus Basalt besteht (S. 451).

Die schottischen Tuffbreccien sind massig; aber häufig zeigen sich auch deutliche Spuren von Schichtung, besonders da, wo die Röhre einen grossen Durchmesser besitzt (S. 464). Es wechseln dann Lagen gröberen und feineren Materiales miteinander ab, und die dadurch entstehenden unregelmässigen Schichten sind häufig sehr steil bis senkrecht, so dass sie im Sinne des Bergabhanges fallen. Alle diese Verhältnisse finden sich mehr oder weniger auch in unserem Gebiete. GEIKIE ist der Ansicht, die Neigung dieser Schichten deute an, dass man sich an der betreffenden Stelle im alten Krater, welcher

[1] 37 yards à 3 engl. Fuss und 1 engl. Meile.

[2] Der grösste Durchmesser im Gebiete von Urach beträgt nur 1 km.

[3] Eisenrüttel, Dintenbühl, Sternberg, Zittelstadt, Buckleter.

in seiner Gestalt nie mehr zu erkennen sei — oder doch im obersten Teil der Ausbruchsröhre befinde (S. 465 u. 470). Es liege ganz dieselbe Erscheinung vor, wie wir sie noch heute in den Krateren der Vulkanberge beobachten können, deren Tuffschichten im Innern des Kraters in diesen hineinfallen. In unserem Gebiete von Urach nun findet sich eine steile Neigung im Sinne des Bergabhanges fallender, angedeuteter Schichten, welche letztere ich als Absonderung beschrieben habe, häufig in so tiefem Niveau der Tuffsäule, dass hier von der Nähe des ehemaligen Kraters nicht die Rede sein kann. Ich habe diese Verhältnisse auf S. 502 besprochen.

Die in Rede stehenden Tuffbreccien Schottlands enthalten nicht selten Stücke eines älteren, geschichteten Tuffes als Einschluss im massigen. Genau wie in unserem Gebiete deutet das auf wiederholte Ausbrüche hin, während welcher eine Zeit der Ruhe lag.

Letzteres wird für Schottland noch durch eine weitere Eigentümlichkeit bewiesen, welche unseren Tuffen durchaus fehlt (S. 23). Es finden sich nämlich dort in den Tuffbreccien überaus häufig Stücke von Koniferenholz. Geikie nimmt daher an, dass der Kraterboden der betreffenden Röhre während einer solchen Zeit der Ruhe sich mit Wald überzogen habe, welcher dann bei einem späteren Ausbruche zerstört worden sei. Da fast alle necks Holz enthalten, so muss man für das ganze Gebiet eine solche, durch eine lange Pause getrennte Wiederkehr der Ausbrüche annehmen. Bei uns fehlt Derartiges. Nun nimmt aber Geikie weiter an, dass die Ausbrüche, welche diese Basalt- und Porphyrittuffe lieferten, während carboner Zeit vor sich gegangen seien. Da jedoch in den durchbrochenen Carbonschichten nur andere Pflanzenreste, nicht aber solche von Koniferen liegen, so sucht er das in der folgenden Weise zu erklären. Das Gebiet, in welchem die dortige Steinkohlenformation entstand, war eine Lagune. Aus dieser ragten als Inseln die Vulkane hervor, deren Tuffgänge in den necks vorliegen. Letztere führen deshalb Koniferenholz, weil auf diesen Inseln Nadelwald bestand, während in der Lagune eine Vegetation anderer Pflanzen herrschte (S. 470).

Da zahlreiche Stücke der durchbrochenen Carbonschichten in den Tuffen liegen, so können erstere doch erst nach ihrer Verfestigung, also wohl nach der Carbonzeit, in den Tuff gelangt sein; die Ausbrüche können also nicht wohl gleichalterig mit der Steinkohlenepoche sein. Wir sind auch so sehr gewöhnt, den Basalt als ein Gestein tertiären Alters zu betrachten, dass man die Ausbrüche, welche die Basalttuffe lieferten, sogar für sehr viel jünger als das

Carbon halten möchte. Indessen steht mir selbstverständlich über diese Frage kein Urteil zu; um so weniger, als wieder andere Röhren (Braid Hills) mit Felsittuff erfüllt sind, welchem man ohne weiteres ein hohes geologisches Alter zutraut. GEIKIE hält auch jene Basalttuffe für palaeozoischen Alters.

Geradezu schlagend muss die Übereinstimmung in der äusseren Erscheinungsweise dieser Tuffgänge hier und dort sein. GEIKIE schildert (S. 455), wie sich dieselben als isolierte Kegel von rundlichem oder elliptischem Umrisse mit sanften, rasenbedeckten Gehängen über ihre Umgebung erheben. Da, wo ein Gang von Basalt in denselben aufsetzt, ragt er als Klippe empor. Da, wo die ganze Röhre nur mit festem Gestein erfüllt ist, bildet diese eine steilere Emporragung. Genau also wie in unserem Gebiete besitzen die Tuffbreccien eine solche Festigkeit, dass sie, der Verwitterung besser Widerstand leistend, als die Sedimentärschichten, kegelförmig emporragen. Auch in der Art der Blosslegung dieser Gänge durch die Denudation zeigt sich Gleiches. So schildert GEIKIE (S. 472 Fig. 14) den Tuffkegel des Binn of Burntisland, von dessen Südabhang die Untercarbonschichten bereits so tief abgeschält sind, dass er hier als 500 Fuss hoher Kegel aufragt, während die anderen Gehänge weit höher hinauf noch in ihrem Nebengestein stecken.



Binn of Burtisland nach Geikie.

Es zeigt also eine Vergleichung des Gebietes von Urach und jener schottischen Tuffgänge, bis auf nebensächliche Unterschiede, eine vollständige Übereinstimmung. Unser Gebiet von Urach lässt uns aber mehr erkennen als dasjenige Centralschottlands. Wir sehen bei uns, dass diese Tuffgänge, wie auch die vereinzelten Basaltgänge rundlichen Querschnittes, mit ehemaligen Maaren in engster Beziehung gestanden haben; also mit embryonalen Vulkanbildungen. GEIKIE dagegen nimmt an, dass diese Necksgänge zu echten Vulkanen gehörten; also zu auf die Erdoberfläche aufgeschüttet gewesenen Bergen. Solange man hierbei nur an solche Vulkankegel, wie der Monte Nuovo bei Neapel, denkt, die nur aus losem Materiale aufgeschüttet sind, wird sich gegen eine solche Vorstellung nichts

einwenden lassen; denn in diesem Falle wird, da der Schmelzfluss in grosser Tiefe bleibt, auch die in die Tiefe führende Röhre nur mit losem Materiale erfüllt sein.

Sowie man aber an grössere Vulkane denkt, welchen auch Lavaströme entquollen, wird eine solche Vorstellung nicht mehr zulässig sein; denn in diesen ist die Lava in der Röhre bereits bis zur Tagesfläche aufgestiegen. Sie hat also den Tuff aus dieser herausgefegt und nur feste Masse kann nach der Erstarrung die Röhre erfüllen. Auch in den Fällen, in welchen hier der Schmelzfluss nach dem Ausbruche in die Tiefe versinkt, wird er wenigstens die tieferen Teile der Röhre erfüllen und über diesem festen Pfropfen könnte höchstens eine von oben herabgespülte und hinabgefallene Tuffmasse liegen.

Schon diese Umstände machen es mir wahrscheinlicher, dass in jenen schottischen Tuffgängen rundlichen Querschnittes ganz dasselbe vorliegt wie in den unseren: nämlich nicht die in die Tiefe führenden Ausbruchsröhren fertiger, sondern solche embryonaler Vulkane, von Maaren. Diese Auffassung findet eine gewichtige Stütze in dem folgenden Verhalten. Wie Geikie berichtet, sind den dortigen Tuffen zahllose Stücke der durchbrochenen Carbonschichten beigemengt. Dieselben entstanden, wie er selbst auf S. 455 erklärt und wie wir auch für unser Gebiet nur annehmen können, dadurch, dass explodierende Gase eine Röhre senkrecht durch die Erdrinde ausbliesen. Daraus folgt nun mit zwingender Notwendigkeit, dass nur bei der Entstehung der Röhre, also bei der ersten embryonalen Anlage des Vulkans, so zahllose Bruchstücke der durchbrochenen Schichten gebildet werden und in den Tuff geraten konnten. Hält dagegen die vulkanische Thätigkeit weiter an, so muss durch die späteren Ausbrüche jenes ältere Material mehr und mehr aus der Röhre herausgefegt werden. An dessen Stelle wird dann das neue abgesetzt, welches nur noch vereinzelte Bruchstücke erhält, bis auch dieses durch die aufsteigende Lava herausgeschoben wird. Ich möchte also schliessen:

Tufffüllung einer Ausbruchsröhre legt bereits den Verdacht nahe, dass es sich hier um ein einstiges Maar oder doch nur um einen niedrigen Aschenkegel handele. Sind diesem Tuffe aber noch zahllose Stücke der durchbrochenen Schichten beigemengt, so wird es noch wahrscheinlicher, dass wir es nur mit dem ersten Beginne von Vulkanbildung, mit einem Maare zu thun

haben. Da in Schottland der Tuff sich derart verhält, so ist es wahrscheinlicher, dass die dortigen Necks zu Maaren als zu fertig ausgebildeten Vulkanen in Beziehung standen. Auch die im dortigen Tuffe so zahlreichen Holzstücke hindern eine solche Anschauungsweise nicht. GEIKIE nimmt an, die Bäume hätten im Krater gestanden und seien dann später bei Ausbrüchen in den Tuff gelangt. Sie können aber doch ebensogut bereits vor Beginn der Ausbrüche oben auf der Erdoberfläche einen Wald gebildet haben, so dass sie bei Entstehung der Ausbruchskanäle dann auf dieselbe Weise wie die durchbrochenen Gesteine in den Tuff gelangten. Dass diese Bäume anderen Arten angehören, als die in den Karbonschichten liegenden, würde sich leicht dadurch erklären lassen, dass die Ausbrüche geologisch viel jünger sind, als die Karbonzeit. Die Maarnatur würde also durch die Hölzer im Tuffe nicht widerlegt werden.

Mindestens möchte man das für die oder doch viele der mit Tuff erfüllten Röhren geltend machen. Völlig zweifellose Richtigkeit hat diese Auffassung gegenüber denjenigen Röhren, welche keinen Tuff führen, sondern nur mit zerschmettertem, durchbrochenem Gesteine erfüllt sind[1]. GEIKIE selbst sagt von denselben, dass dies die erste Phase beim Ausblasen einer solchen Röhre sei. Diese erste Phase aber ist diejenige eines soeben entstandenen Maares!

Wie in anderen Maargebieten, z. B. dem der Eifel, neben den Maaren an anderen Stellen auch fertige Vulkane gebildet wurden, so ist das auch in Schottland der Fall gewesen. Zeugnis dessen sind die anderen dortigen, nicht in Röhren, sondern der damaligen Erdoberfläche aufgelagerten Tuffmassen, welche also ausgeworfen wurden, sowie vor allem die ausgeflossenen Lavaströme.

Aus diesem doppelten Verhalten der schottischen Tuffe, welche teils in Röhren ein-, teils nur an der Oberfläche aufgelagert sind, in beiden Fällen aber Kegelberge bilden, geht aufs klarste hervor, wie notwendig für unser Gebiet die genaue Untersuchung eines jeden der zahlreichen Tuffvorkommen auf ihre Lagerung hin war. Mit dem alleinigen Analogieschlusse, dass, weil ein Teil unserer Tuffe ersichtlich gangförmig gelagert ist, auch alle übrigen, bei welchen das nicht so in die Augen fiel, die gleiche Lagerung besitzen müssten, konnte man möglicherweise einen grossen Irrtum begehen; denn warum hätte nicht auch in unserem Gebiete ein

[1] Geikie, S. 458.

Teil der Tuffe einfach aufgelagert gewesen sein können?[1] Indem sich nun aber durch unsere Untersuchung herausgestellt hat, dass hier wohl ausnahmslos alle der etwa 121 Tuffmassen Maartuffgänge bilden, tritt gegenüber den so verwandten Erscheinungen in Schottland das Eigenartige unseres Gebietes von Urach um so schärfer hervor. Dasselbe stellt sich uns dar, wenn der Ausdruck gestattet ist, als eine Brutstätte von Vulkanen, in welcher es bei keinem einzigen derselben zur weiteren Ausbildung über das embryonale Stadium hinauskam. Diese eigenartige Stellung behält unser Gebiet von Urach aber auch gegenüber den wenigen anderen, zweifellosen Maargebieten der Erde, wie der Eifel und der Auvergne; denn auch in diesen kam es, wie in Mittelschottland, neben den embryonalen, den Maaren, zur Ausbildung fertiger, vollendeter Vulkane. Aber auch hinsichtlich der Dichtigkeit, in welcher die Maare auftreten, bezw. in welcher ihre Röhren die Gebirgsplatte siebartig durchbohren, überragt unser Gebiet von Urach die wenigen anderen Maargebiete weit, und sogar den dichtesten Teil des schottischen noch um etwas. Dieser besitzt auf 1 □Meile[2] etwa 14 Durchbohrungen; dagegen die dichtesten Teile des unserigen um Owen 18, W. und N. vom Jusi sogar 22.

Zwischen dem schottischen und dem unserigen Gebiete besteht noch eine weitere Analogie, welcher eine hohe Bedeutung für die allgemeine Geologie zukommt. Geikie bespricht auch an anderer Stelle[3] diese „necks" genannten Schlote oder Röhren und sagt von denselben: „Man könnte annehmen, dass Schlote sich immer auf Bruchlinien erheben. Aber in Centralschottland, wo sie im Gebiete des Carbon häufig sind, findet man nur ganz ausnahmsweise einen Schlot auf einer Spalte. Im allgemeinen scheinen sie unabhängig zu sein von der Struktur des sichtbaren Teils der Erdrinde, durch welche sie sich erheben." Das ist ganz dieselbe Beobachtung also, welche sich in unserem Gebiete von Urach aufdrängt. Auch hier scheinen die Röhren der Maar-

[1] s. vorne S. 176 u. 549.

[2] Auf 3,6 □Meilen 50.

[3] Text-book of geology. 3 edit. London 1893. S. 584—589 im § 4.

tuffgänge unabhängig von dem vorherigen Dasein von Spalten quer durch die Erdrinde ausgeblasen worden zu sein (vergl. S. 623). In gleicher Weise entsteht auch hier, infolge der dichten Scharung dieser Röhren, das Bild eines wie ein Sieb durchlöcherten Gebirgsstückes. Geikie führt nämlich an, dass ein 3 geographische Meilen (15 miles) langes und $1^1/_5$ Meile (6 miles) breites Gebiet, der East of Fife-District, nicht weniger als 50 solcher mit Tuffbreccie erfüllten Röhren aufweise. Es ist dies der an solchen Bildungen reichste Teil jener Gegend; die anderen besitzen bei weitem nicht so viele Tuffgänge.

Die vulkanischen Bildungen des Mondes im Vergleiche mit denjenigen der Gruppe von Urach.

Sind die vulkanischen Bildungen des Mondes Vulkanberge oder Maare? v. Strantz, Élie de Beaumont, A. v. Humboldt, Daubrée, Gilbert. Gestalt und Grösse der Mondkratere; verschiedene Typen derselben nach Gilbert. Die drei verschiedenen Typen der Erdkratere nach Dana: Vesuvischer, Hawaïscher, Maare. Gilbert's Vergleich derselben mit denen des Mondes: Weder mit dem vesuvischen noch mit dem hawaïschen Typus stimmen die Mondkratere überein; nur die kleinsten derselben könnten als Maare gedeutet werden. Andere Erklärungsversuche der Mondkratere: Durch geplatzte Blasen; durch Gezeiten; durch Eis; durch auf den Mond gefallene Meteorite. Gilbert's Möndchen-Hypothese Erklärung noch anderer Oberflächenerscheinungen durch Gilbert's Hypothese. Gründe, welche trotzdem für eine vulkanische Entstehung der Mondkratere sprechen. Die Frage, ob noch heute auf dem Monde Vulkanausbrüche sich vollziehen. Gilbert giebt zu, dass die Hälfte aller Mondkratere Maare sein könnten. Geringere Schwere und fehlender Luftdruck auf dem Monde. Geringere Grösse und Häufigkeit der Maare auf Erden als auf dem Monde. Im vulkanischen Gebiete von Urach ist die Zahl der Maare bezw. Kratere auf 1 □Meile einige 70mal grösser als durchschnittlich auf dem Monde. Die Innenterrassen. Die Rillen. Zusammenfassung. Die Ansicht von Prinz, welcher vielen Mondkrateren und Maaren einen polygonalen Umriss und Entstehung durch Einbruch zuschreibt.

Bei einer Arbeit, welche die Explosionskratere, die Maare zum Gegenstande hat, wird sich erklärlicherweise der Blick auf die Oberflächengestaltung des Mondes richten. Allein die uns zugewendete Seite desselben trägt nach Faye 20—30000 kreisförmige Vertiefungen, welche irdischen Explosionskrateren ähnlich sehen. Man hat sie Wallebenen, Ringgebirge, grösstenteils aber Kratere genannt, weil ihre Ähnlichkeit mit irdischen Vulkankrateren keine andere Deutung zuzulassen schien. Erst später entstanden dann verschiedene Hypothesen, welche diese eigentümlichen Bildungen auf andere Ursachen zurückzuführen suchten. Wir werden dieselben später zu besprechen

haben. Namentlich ist von dem amerikanischen Geologen GILBERT — demselben, welchem wir die bemerkenswerte Arbeit über die eigenartigen Lagerungsverhältnisse verdanken, welche mit den Lakolithen verknüpft sind — neuerdings eine Arbeit erschienen, welche die vulkanische Entstehung der Mondkratere durchaus bekämpft. Indem er eine andere Hypothese an Stelle der vulkanischen setzt, sucht er aber nicht nur die Entstehung der Kratere des Mondes zu erklären, sondern aus dieser Hypothese heraus versucht er auch noch eine Anzahl anderer Probleme der Oberflächengestaltung des Mondes zu lösen. Ich will zunächst den Inhalt dieser interessanten Arbeit wiedergeben und dann die Gründe geltend machen, welche meines Erachtens nach trotzdem die Annahme einer vulkanischen Entstehungsweise der Mondkratere einleuchtender machen.

Ich beginne mit einer Beschreibung der Mondkratere[1]. Der Umriss der Mondkratere ist, wie GILBERT sagt, fast stets ein kreisförmiger. Das ist jedoch ein Irrtum, denn nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Kollegen WEINLAND in Prag ist der Umriss in Wirklichkeit bald rund, bald oval, bald unregelmässig. Ich möchte hierbei nicht unterlassen, auf die herrlichen Tuschierungen und direkten Vergrösserungen aufmerksam zu machen, welche der Direktor der k. k. Sternwarte zu Prag, Professor WEINLAND, nach den von der Lyck-Sternwarte in Californien aufgenommenen Mondphotographien gemacht hat und noch weiter macht. Wir erhalten auf solche Weise Bilder der Mondoberfläche von einer Grösse, Schärfe und Genauigkeit, wie man solche bisher nicht gekannt hat; Bilder, welche eine neue Ära der Mondtopographie bezeichnen und vieles Unklare aufhellen werden[2]. Ich werde später mehrfach Gelegenheit haben, mich auf die Beobachtungen WEINLAND's zu berufen.

Der Durchmesser dieses Kreises schwankt nach GILBERT[3] zwischen 160 geogr. Meilen und $^1/_5$ geogr. Meile bezw. noch weniger,

---

[1] Die Zahlenangaben betreffend bemerke ich, dass ich 1 engl. Meile = 5000 engl. Fuss = 1524 m zu rund 0,2 geographische Meilen gerechnet habe. Wenn letzteres auch nicht ganz genau ist, so thut das hier nichts zur Sache, da ja die Zahlenangaben selbst nicht ganz genau sein können. Bei Angaben von Fussen gelten englische Fusse. Ungefähr stimmen diese ja auch mit unseren überein.

[2] Astronomische Beobachtungen a. d. k. k. Sternwarte zu Prag i. d. Jahren 1888, 1889, 1890, 1891, nebst Zeichnungen und Studien der Mondes. S. 40—89. 9 Taf. Prag 1893. Ausserdem viele neuere Tafeln.

[3] Gilbert, The moon's face. Philosophical society of Washington. Bull. Vol. 12. 1893. S. 241—292. Taf. 3.

denn es wird wohl Kratere geben, welche so klein sind, dass wir sie nicht sehen können. Weinland hat, nach freundlicher Mitteilung, deren gefunden, welche 0,51 und 0,2 km Durchmesser besitzen. Der innere Boden des Kraters wird durch eine Ebene gebildet, welche meist mehrere 1000 Fuss tiefer liegt, als die Ebene der umgebenden Mondoberfläche.

Wir erhalten also auf solche Weise eine „Innenebene“ im Krater und eine „Aussenebene“, d. i. die Mondoberfläche, in welche derselbe eingesenkt ist. Beide sind von einander getrennt durch einen kranzförmigen Wall, welcher die Innenebene umschliesst. Nach aussen ist dieser kranzförmige Wall sanft abgedacht; bisweilen zeigt sich hier eine leise radiale Furchung, wie wenn Lavaströme bergab geflossen wären. Nach innen dagegen fällt der Wall oder Kranz steil ab. Das geschieht jedoch nicht in einem einzigen Absturze, sondern in mehreren Terrassen. Diese wiederum erscheinen nicht regelmässig ringförmig, sondern sie sind teilweise unterbrochen; auch sind sie uneben. So gleichen sie solchen Terrassenbildungen der Erde, welche durch Abrutschungen entstehen; z. B. an den Flanken einer steil abfallenden Hochfläche, deren oberste Schicht von einer festen Basaltdecke eingenommen wird, von welcher dann infolge von Untergrabung grosse Schollen abbrechen und in geneigter Lage unregelmässig an dem Steilabfalle liegen (s. Fig. 108 auf S. 777).

Indem die Innenebene tief in die Mondoberfläche eingesenkt liegt, erhebt sich der Kranz über der Innenebene zwischen 5 und 10 000 Fuss, während er über die Aussenebene nur 2—4000 Fuss aufragt. Je grösser der Durchmesser der Kratere, desto niedriger ist aber in der Regel der Kranz. Schliesslich kann er sogar gänzlich fehlen, so dass sich dann keine feste Grenze mehr zwischen solchen Innenebenen von Krateren und den „Meere“ genannten Ebenen ziehen lässt.

Gilbert unterscheidet nun kleine, mittlere und grosse Mondkratere. Die grossen, von über 20 geogr. Meilen Durchmesser, und die mittleren besitzen einen wagerechten inneren Boden, eine Innenebene und innere Terrassen. Auch ein innerer Kegel kommt hier vor: Bei der Hälfte aller Kratere mittlerer Grösse ist er vorhanden. Wenn der Durchmesser aber über 20 geogr. Meilen erreicht, ist er selten und bei den ganz grossen fehlt er gänzlich.

Gegenüber diesen grossen und mittleren stehen die kleinen Mondkratere, welche anders beschaffen sind. Der Innenkegel fehlt hier stets und eine wagerechte Innenebene ist ebenfalls selten, sowie

der Durchmesser unter 1 geogr. Meile herabsinkt. So gleichen diese kleinen, besonders die von 0,8 geogr. Meilen Durchmesser an abwärts, häufig einfachen Tassenkopfbildungen, und bei den unter 0,4 geogr. Meilen Durchmesser ist das stets der Fall.

Vergleichung der Mond- und Erdkratere.

Vergleichen wir nun mit GILBERT diese Mondkratere mit denen der Erde, zunächst hinsichtlich ihrer Grösse, so ergiebt sich ein ganz gewaltiges Übergewicht zu gunsten der ersteren. Während die grössten Kratere auf Erden einen ungefähren Durchmesser von etwa 3 geogr. Meilen besitzen[1], kommt denjenigen des Mondes ein solcher bis zu 160 geogr. Meilen zu.

Bei weitem nicht so bedeutende Unterschiede ergeben sich bezüglich der Tiefe der Kratere. Diese erreicht bei denen des Mondes ein Mass von 0,3—0,6 geogr. Meilen; bei denen der Erde bis zu 0,12, vielleicht 0,16 Meilen[2].

Ganz wesentliche Unterschiede ergeben sich dagegen hinsichtlich der Gestalt der Vulkane der Erde und des Mondes. Wir können bei den irdischen drei verschiedene Typen unterscheiden:

Der gewöhnlichste Typus der Erdvulkane, der vesuvische Typus, welchem fast alle angehören, ist erzeugt von durchwässerten Laven und daher aufgebaut durch einen Wechsel von Lavaströmen und losen Auswürflingen. So entsteht ein kegelförmiger Berg mit einem trichterförmigen Krater an der Spitze. Durch Explosionen oder Einsturz kann dieser kleine Krater dann zu einem solchen von ganz bedeutend grösserem Umfange umgewandelt werden, und spätere Ausbrüche lassen in der Mitte desselben abermals einen neuen Kegel mit Kateröffnung am Gipfel emporwachsen. Fast immer liegt bei solchen Krateren des vesuvischen Typus der innere Kraterboden höher als das den Kegel umgebende Gelände (s. S. 776 Fig. 109).

Mit diesem vesuvischen Typus der irdischen Kratere haben nun diejenigen des Mondes wenig gemeinsam. Fast stets liegt hier der innere Boden umgekehrt um mehr als das Doppelte niedriger als das umgebende Gelände. Der Mondkrater ist also in die Oberfläche

[1] Der Kratersee Bombon auf der Insel Luzon hat 3,2 und 2,8 geographische Meilen Durchmesser; der Krater Asosan auf der japanischen Insel Kiushiu 3; der Kratersee von Bolsena in Italien 2,2 u. 1,8.

[2] Der Mondkrater Theophilus hat nach Ebert 15300 engl. Fuss Tiefe. In Oregon hat man einen Kratersee zu 3000 Fuss Tiefe gemessen und der Pichincha wird zu 3000—4000 Fuss geschätzt.



dieses Trabanten eingesenkt, der Erdkrater dagegen in die Spitze eines Kegels.

In gleicher Weise, wenn der vesuvische Erdkrater noch einen zweiten, inneren Kegel besitzt, so hat auch dieser wieder einen Krater an der Spitze; er ist ein verkleinertes Abbild des grossen Kegels und kann den äusseren Kraterwall an Höhe überragen. Wenn dagegen der Mondkrater einen inneren Kegel besitzt, so hat dieser nach Gilbert keinen Krater an der Spitze. Er besitzt eine andere Gestalt als der grosse äussere und erreicht niemals die Höhe dieses äusseren Ringwalles, sogar nur selten diejenige der äusseren Mondebene.

Aus diesen Unterschieden schliesst Gilbert, dass die Mondvulkane nicht, wie diejenigen des vesuvischen Typus der Erde, aus einer durchwässerten Lava hervorgegangen sein können.



Fig. 109.
Nach Vélain (de Lapparent pag. 436.)
Enclos u. Piton Bory, Insel Réunion.

Anders verhalten sich die seltenen Erdvulkane von **hawaischem Typus**. Hier enthält der Schmelzfluss so wenig Wasser, dass heftige Explosionen und damit grosse Aschenmengen fehlen. Der Vulkanberg, an dessen Spitze sich der Krater befindet, wird daher wesentlich nur durch feste Lavaströme aufgebaut. Im Zustande der Ruhe steht die Lava in dem Krater gleich einem See und dieser kann sich unter Umständen auch mit einer Erstarrungskruste bedecken. Durch letztere entsteht natürlich im inneren Kraterboden eine Ebene. Bisweilen fliesst die Lava dann wieder in die Tiefe hinein ab. In der Mitte bricht die Kruste nach; in der Peripherie, in welcher sie an dem Ringwalle eine Stütze findet, ihm gewissermassen angewachsen ist, bleibt sie stehen. Dadurch bildet sich nun natürlich eine innere Terrasse rings um den Krater, wie das bei dem Kilauea der Fall ist.

Dana hat schon vor langen Jahren darauf hingewiesen, dass diese auf Erden seltenen Vulkanberge des hawaischen Typus denen

des Mondes weit mehr gleichen als jene ersteren, gewöhnlichen des vesuvischen Typus. Die Ähnlichkeit beruht auf dem Dasein der soeben geschilderten inneren Ebene und der Terrassenbildung am inneren Abhange des Kraterwalles.

Trotzdem aber weichen sie von einander in einer Reihe von Eigenschaften ab, welchen GILBERT das Übergewicht über jene übereinstimmenden zuerkennen möchte: Der Krater dieser irdischen Vulkanberge des hawaischen Typus befindet sich ebenfalls, wie bei dem vesuvischen Typus, auf dem Gipfel eines Berges. Bei denen des Mondes ist das aber nicht der Fall, denn sie sind nur in die Mondoberfläche eingesprengt. Er entbehrt ferner eines inneren Kegels,

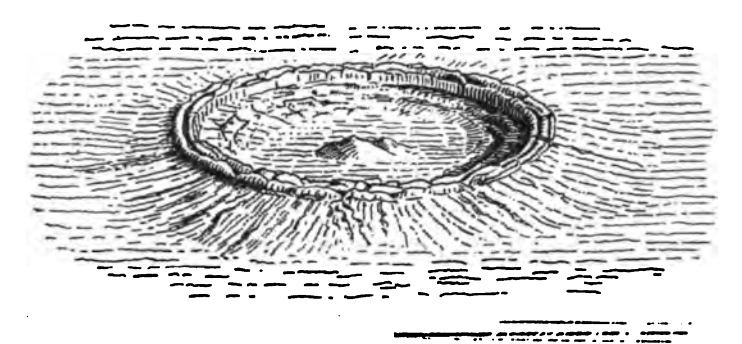


Fig. 108.

während ein solcher bei ungefähr der Hälfte aller Mondkratere mittlerer Grösse auftritt. Seine inneren Terrassen sind endlich wagerecht, bei den Mondkrateren dagegen geneigt, unregelmässig und unterbrochen. Wir können daher, sagt GILBERT, die Mondkratere auch nicht für vulkanische Bildungen vom hawaischen Typus halten.

Der dritte Typus irdischer Kratere ist derjenige der **Maare**. Hier fehlen Lavaströme und Kegelberge. Nur der durch eine Explosion von Gasen in die Erdoberfläche eingesprengte Krater ist vorhanden. Derselbe ist von einem Kranze der ausgeworfenen Bruchstücke umgeben. Die Zahl dieser Maare — nach GILBERT sind bisher weniger als 50 bekannt — ist indessen nur eine geringe. Gleiches gilt von ihrer Grösse, welche noch nicht an 0,4 geogr. Meilen Durchmesser heranreicht (S. 706).

Diese Maare gleichen den Mondkrateren darin, dass ihr innerer Boden gleichfalls tiefer liegt als das umgebende Gelände. Aber ihnen fehlen, nach GILBERT, eine innere Ebene, innere Kegel, innere Ter-

rassen. Sie weichen daher stark von den Mondkrateren grössten und mittleren Durchmessers ab und nur mit den kleinen zeigen sie Übereinstimmung.

Freilich kann man immer noch geltend machen, dass diese kleinen Mondkratere doch gewisse andere, von denen der Maare abweichende Eigenschaften haben werden, welche nur wegen der geringen Grösse uns unsichtbar sind. Will man aber diesen Einwurf nicht erheben, weil ja ebensogut dann auch noch mehr übereinstimmende, uns unsichtbare Merkmale vorhanden sein könnten, so wird man etwa für die Hälfte aller Mondkratere, diejenigen von kleinem Durchmesser, die Erklärung gelten lassen können, es seien Maare.

Damit kämen wir nun aber in die Lage, den Mondkrateren grössten und mittleren Umfanges eine andere Entstehungsweise zuzuschreiben als denen kleineren Umfanges; und das wäre in der That unnatürlich. Man hat daher schon seit langem auf andere Erklärungsversuche der Entstehung der Mondkratere als die vulkanische gesonnen.

Das Nächstliegendste war, wegen einer gewissen Ähnlichkeit in der Gestaltung, vielleicht der Gedanke, dass die grösseren Kratere bezw. Ringwälle durch Platzen von Gasblasen, während der Mond sich noch in flüssigem Zustande befand, gebildet seien. Diese Annahme hält Gilbert für ganz hinfällig.

Eine andere Hypothese sucht die Entstehung der Mondkratere auf die Einwirkung der Gezeiten zurückzuführen, und zwar ebenfalls in einer Periode, in welcher der Mond noch flüssig war, jedoch bereits eine dünne Erstarrungskruste besass. Der Mond drehte sich damals schneller als heute, war der Erde näher und diese rief gewaltige Flut- und Ebbewellen auf dem Monde hervor. Diese Gezeiten zerbrachen die Kruste und drückten an zahlreichen Stellen Teile des Schmelzflusses heraus. Ein Teil desselben floss nach Ablauf der Flut wieder in die Löcher zurück, aber rings um dieselben blieben erstarrte Teile hängen. Dieser Vorgang wiederholte sich und so entstand allmählich ein Ringwall. Zuletzt erstarrte aber auch die Lava im Innern des Ringwalles und ein letzter schwacher Ausbruch verursachte dann öfters noch die Entstehung eines kegelförmigen Berges in der Mitte. H. Ebert hat diesen Vorgang auch experimentell nachgeahmt und auf solche Weise in der That Ringwälle erzeugt, welche nach aussen sanft abfielen, nach innen aber steil und unregelmässig terrassiert waren, wie die Mondkratere es sind.

Gilbert macht nun gegenüber dieser Hypothese geltend, dass auf dem Monde durch die Flutwellen wohl grosse Spalten in der Kruste aufreissen mussten, nicht aber derartige runde Löcher entstehen konnten. Namentlich könnten die zahlreichen kleinen Kratere, welche auf den Abhängen der grösseren Ringwälle aufsitzen, nicht auf solche Weise entstanden sein. Denn die herausgedrückte Lava würde in diesem Falle als Strom am Abhange hinabgeflossen, nicht aber wieder in das Loch zurückgetreten sein.

Wieder eine andere Hypothese nimmt an, dass der Mond mit Schnee und Eis bedeckt sei. Jeder Krater entspreche einem mit Wasser gefüllten Becken. Da dasselbe Tausende von Fussen tief in die Mondfläche eingesenkt, also dem heissen Mondinnern nahegerückt ist, muss das Wasser in dem Becken verdampfen. Der aufsteigende Dampf aber wird in Schnee verwandelt, der zum Teil wieder in das Becken zurückfällt, zum Teil sich rings um dasselbe zu einem Ringwalle ansammelt.

Abgesehen davon, dass der Mond schwerlich Wasser besitzt, so müssten auch die durch Schneefall gebildeten Ringwälle glatt und regelmässig sein und nicht so uneben und rauh wie sie es in Wirklichkeit sind. Wie sollen ferner auf diese Weise die centralen Kegel und die auf den grossen Ringwällen sitzenden kleinen Wälle entstanden sein? denn letztere sind ja weit von dem heissen Innern des Mondes entfernt.

Alle anderen können wir als kosmische Hypothesen zusammenfassen; denn sie alle suchen die Entstehung der Mondkratere zurückzuführen auf das Hinabstürzen anderer kleiner Weltkörper auf den Mond. Sei es, dass dieser noch weich war, sei es, dass die bereits feste Oberfläche durch die beim Zusammenstoss sich bildende hohe Temperatur an der betreffenden Stelle des Mondes schmolz. Wie ein in einen dicken, zähen Brei geworfener Stein ein Loch mit erhöhtem Rande erzeugt, so musste auch hier dasselbe entstehen. Auch die Bildung einer wagerechten Innen-Ebene erklärt sich auf solche Art.

Selbst die grössten der Meteorite, wie sie auf die Erde fallen, können nun aber natürlich nicht im mindesten so grosse Kraterbildungen erzeugen, wie wir sie auf dem Monde sehen. Es müssen also sehr viel grössere Meteorite auf den Mond gestürzt sein. Warum sind dann aber, so muss man fragen, nicht ebensolche auch auf die Erde gefallen und haben hier solche Ringwälle erzeugt? Um dieser Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen, nahm man an, dass diese Ereignisse sich auf der Erde vor sehr langer Zeit vollzogen.

Die auf der Erde in gleicher Weise entstandenen Wurfwunden wären daher längst durch die Denudation wieder zerstört, während sie sich auf dem luft- und wasserlosen Monde erhalten konnten. Denn bei Fehlen dieser beiden Faktoren kann es weder eine durch Wasser noch eine durch Wind hervorgerufene Abtragung geben; Wind ist ja nur bewegte Atmosphäre. Ein Zerfallen der Mondoberfläche ist indessen durch scharfe Temperaturwechsel auf dem Monde ebensogut möglich wie in Wüsten-Gegenden der Erde.

Nimmt man an, dass ein Stein aus unendlicher Entfernung auf den Mond fällt, so beträgt seine Geschwindigkeit beim Aufschlagen auf denselben in der Sekunde 1½ englische Meilen. Dadurch würde eine Wärmemenge von 3500° Fahrenh. entstehen, also um die Hälfte mehr als nötig ist, um den Stein zu schmelzen. Nun haben aber die Meteorite eine 30mal so grosse Geschwindigkeit, nämlich 45 englische Meilen in der Sekunde. Es muss daher bei solchem Vorgange nicht nur der auf den Mond aufschlagende Körper, sondern auch der Mond selbst im weiten Umkreise schmelzen können. Auf solche Weise würde sich die Bildung wagerechter Innenebenen auch dann erklären, wenn der Mond zur Zeit des Aufschlagens bereits erhärtet gewesen wäre.

An Stelle grösserer hinabstürzender Körper nimmt übrigens Meydenbauer lose Massen an. Die Oberfläche des Mondes sei mit einem dicken Mantel kosmischen Staubes bedeckt und durch den Aufschlag von Haufen gleichen Staubes seien wenigstens gewisse Mondkratere entstanden. Er hat das experimentell nachgeahmt, auch Centralkegel auf solche Weise erhalten, jedoch nicht horizontale, sondern nur gewölbte Innenebenen, wie sie nur wenigen Mondkrateren zukommen. Die grösseren Kratere und die sogen. Maare lässt aber auch er durch Aufschlag fester Massen und Schmelzung entstehen.

Eine erste Schwierigkeit ergiebt sich uns bei dieser kosmischen Hypothese in folgender Weise: Das Volumen des Ringwalles muss bei solcher Entstehungsweise gleich sein dem Rauminhalte des Loches bezw. Kraters minus dem Volumen des hinabgestürzten Körpers. Das aber scheint nirgends der Fall zu sein; der Ringwall ist vielmehr teils grösser, teils kleiner als er sein sollte. Ebert hat das an 92 Krateren des Mondes berechnet. In 28 Fällen war das Volumen des Ringwalles grösser, in 64 war es kleiner, in 15 davon sogar nur ein kleiner Bruchteil; in keinem Falle stimmten die beiderseitigen Volumina. Namentlich bei den grossen Krateren ist das Volumen des Ringwalles sehr viel zu klein, um den Krater zu füllen.

Auch hier hat indessen der Versuch im kleinen ergeben, dass nur bei gleicher Weichheit des Wurfgeschosses und der Scheibe, der um ersteres sich bildende Ringwall genau dem verdrängten Rauminhalte entsprach. War jedoch die Scheibe im Innern weicher, so war der Ringwall kleiner, als er hätte sein müssen.

Die Gestalt der Mondkratere bietet eine zweite Schwierigkeit. Nur bei senkrechtem Aufschlage ergiebt der Versuchskreis runde Löcher; bei schrägem aber ovale. Nun sind aber die Mondkratere teils kreisrund, zum Teil etwas elliptisch; sehr wenige ausgesprochen oval. Folglich müssten die aufschlagenden Meteorite meist ganz oder fast ganz senkrecht gefallen sein. Das ist indessen unmöglich, denn schnell sich bewegende Meteorite fallen durchschnittlich etwa unter 45° auf die Erde. Daher hat Proctor gemeint, dass gleich nach dem Zusammenstoss das ovale Loch durch elastische Rückwirkung kreisrund wurde. Eine unwahrscheinliche Annahme. Gilbert dagegen hat eine andere Erklärung, die wir im Zusammenhange mit seiner Hypothese betrachten müssen.

Gilbert's Hypothese. Gilbert greift zur Erklärung dieser Verhältnisse auf die Ringe des Saturn zurück. Dieselben bestehen aus zahlreichen kleinen Möndchen, moonlet sagt Gilbert, welche dicht gedrängt den Saturn in einer Ebene umkreisen. Auch die Erde ist, nach Gilbert, einst von solchem Ringe umkreist gewesen. Dieser zerriss, es bildeten sich durch Anziehung anfänglich mehrere grössere Massen. Aus deren Zusammenballung wieder entstand endlich der Erdmond. Die Kratere auf diesem nun wurden hervorgerufen durch den Aufschlag der letzten noch freien Möndchen auf den bereits fertigen Mondball. Da nun aber die Kratere nach Gilbert (s. S. 773) meist kreisrund sind, so wäre Gilbert gezwungen, anzunehmen, dass die Möndchen fast immer senkrecht aufschlugen. In einer längeren Auseinandersetzung sucht er daher darzuthun, wie man dieser Schwierigkeit aus dem Wege gehen könnte.

Das Aufschlagen der Möndchen musste nun aber auch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Mondes beeinflussen. Hatten erstere eine grössere Geschwindigkeit als letzterer, so wurde diejenige des Mondes beschleunigt; im umgekehrten Falle verlangsamt. Auch die Bahn des Mondes und die Stellung seiner Drehungsachse mussten durch die Zusammenstösse verändert werden. Durch letzteren Umstand erklärt es sich, dass die Kratere überhaupt so unregelmässig über die ganze Mondfläche verteilt werden konnten, wie sie es eben sind. Denn bei gleichbleibender Drehungsachse des Mondes hätten

die Möndchen, da sie ihn in seiner Äquatorialebene umkreisten, auch nur in der Äquatorialzone aufschlagen können. Mit der Drehungsachse hat aber der Äquator des Mondes unaufhörlich gewechselt und so konnten allmählich die Möndchen an allen beliebigen Orten aufschlagen.

Gilbert's Versuche zeigen übrigens, dass der Umriss des durch Aufschlag einer Thonkugel auf eine Thonscheibe erzeugten Loches abhängig ist nicht nur vom Einfallswinkel, sondern auch von der Weichheit des Materiales und von der Schnelligkeit des Wurfgeschosses.

Bei der Bildung der kleinen Kratere durch aufschlagende kleine Möndchen nimmt Gilbert an, dass letztere nur zerdrückt oder plastisch umgeformt wurden. Sie erzeugten auf solche Weise eine tassenförmige Vertiefung im Monde und einen erhöhten Rand derselben, den Kranz.

Der Aufschlag eines grösseren Möndchens dagegen bewirkte das Schmelzen eines Teiles der Masse und die Erweichung eines anderen. Da nun die Wände der so entstandenen tieferen tassenförmigen Löcher so hoch waren, dass sie in ihrer Erweichung ihre Gestalt nicht zu bewahren vermochten, so sanken sie zusammen. Ihr unterer Theil floss gegen die Mitte der Tasse zu und quoll dort zu dem centralen Kegel auf; der nicht geschmolzene Teil des Möndchens aber bildete die Kuppe des letzteren. Dadurch aber wurden die oberen Teile des Kranzes an der Innenseite ihrer Unterlage beraubt, sie sanken ab und erzeugten so die inneren Terrassen und Klippen. Andere Teile des Geschmolzenen, welche sich im Kranze befanden, flossen an den äusseren Abhängen als Lavaströme hinab.

In einigen der grösseren Mondkratere ist auffallenderweise die Innenebene nicht wagerecht, sondern gewölbt. Teils entspricht der Betrag dieser Krümmung der normalen Oberflächenwölbung des Mondes, teils, bei einem Dutzend von Krateren etwa, ist er grösser, so dass die hochgewölbte Innenebene sich sogar noch über die Ebene des Ringwalles erhebt. Das ist besonders ausgeprägt im Krater Mersenius, welcher auf solche Weise einen Dom von 1500 Fuss Höhe und 30 Meilen Durchmesser bildet. Bei dem Krater Petavius dagegen sitzt noch eine Gruppe von Spitzen auf dem Gipfel der Wölbung auf; dieselben haben den Charakter der Centralkegel.

Gilbert lässt nun die Wahl zwischen zwei verschiedenen Erklärungsweisen. Entweder ist die durch den Aufschlag seitwärts auseinandergedrängte, tiefer gelegene Masse des Mondes später wieder

zurückgequollen und hat sich dann zu dieser Wölbung der Innenebene aufgestaut, oder der Stoss eines später sich bildenden benachbarten Kraters hat den Boden des Kessels in die Höhe gedrückt. Auch der Umstand, dass der gewölbte Boden des Mersenius zerrissen ist, derjenige des Petavius sogar viele Risse zeigt, lässt sich nach Gilbert mit dieser Entstehungsweise vereinigen.

Erklärung anderer Oberflächenerscheinungen durch Gilbert's Hypothese. Nicht nur die Mondkratere, sondern auch gewisse andere, schwerer zu erklärende Dinge auf der Mondoberfläche sucht Gilbert nun aus seiner Hypothese heraus zu erklären. Es leuchtet ein, dass letztere an Wert um so mehr gewinnen muss, je mehr sie im stande ist, alles Fragliche aus sich heraus auf ungezwungene Weise zu erklären. Da ich später gegen Gilbert's Hypothese sprechen will, so werden wir behufs gerechter Abwägung auch noch dies zur Stütze derselben Dienende betrachten müssen.

Eine auffallende Erscheinung ist es, dass gewisse Skulpturlinien in der Mondoberfläche und gewisse Achsen von Hügelzügen nach dem Mare Imbrium hinlaufen. Gilbert erklärt das so, dass letzteres entstanden sei durch einen besonders gewaltigen Zusammenstoss des Mondes mit einem ausnahmsweise grossen Möndchen. Die dadurch von diesem Punkte aus nach vielen Richtungen hin sich flutartig verbreitenden, teils geschmolzenen, teils zähen, teils festen Massen hätten jene Skulpturlinien und Hügelzüge erzeugt, zugleich manche Kratere wieder vollgefüllt, die Oberfläche des Mondes mithin verändert und ihr die jetzige Beschaffenheit in dieser Gegend verliehen.

Gleichfalls schwer erklärbar sind gewisse riesige, gerade verlaufende Furchen, welche zackige Ränder und ebensolchen Boden haben. Gilbert vergleicht sie mit den Gletscherschrammen und meint auch, dass sie z. T. entstanden seien durch schrammende Möndchen, welche tangential die Mondoberfläche berührten. Andere aber sind nach ihm die Folge des soeben erwähnten Zusammenstosses, welcher das Mare Imbrium erzeugte, also aufgeplatzte Stellen.

Eines der schwierigsten Probleme des Mondes bilden die Rillen. Das sind enge Spalten mit senkrechten Wänden, welche z. T. einen flachen Boden besitzen, während doch irdische Spalten einen V förmigen Boden haben. Strombetten können es nicht sein, da sie über Hügel und Thäler laufen. Auch diese erklärt Gilbert mit Hilfe einer solchen Schmelzflut, wie sie durch die Entstehung des Mare Imbrium hervorgerufen wurde. Diese Flut von geschmolzener zäher Masse hätte sich quer über die Spalten hinwegergossen. Hierbei sei ein Teil in

die letzteren hinabgeflossen und hätte so deren Boden eben gemacht. Die Löcher aber, welche man in diesen ebenen Böden beobachtet, seien entstanden durch Gasexplosionen. Ganze zusammenhängende Reihen von Löchern, welche nicht in einer sichtbaren Rille liegen, verraten gänzlich ausgefüllte Rillen. Wogegen die Rillen, deren Boden vermutlich \/förmig, jedenfalls gar nicht sichtbar ist, noch unausgefüllte Spalten darstellen.

Eine noch schwierigere Frage aber bilden wohl die merkwürdigen weissen Streifen, welche sich an manchen Stellen auf dem Monde zeigen.

Dieselben bestehen in sehr langen, gerade verlaufenden weissen Bändern, welche jedoch unbestimmte Grenzen besitzen, wie z. B. der Schwanz eines Kometen. Sie gehen beliebig über Kratere hinauf und hinab und treten stets in Systemen auf, die meist von irgend einem Krater ausstrahlen. Auch dieser Krater selbst ist weiss eingefasst und zwar meist noch heller glänzend als die Streifen. Es sind mancherlei ungenügende Erklärungsversuche gemacht worden. In einer handschriftlichen, nicht veröffentlichten Mitteilung hält sie Würdemann für zerspritzte weissliche Teile eines Meteoriten, welcher den Mond mit grosser Gewalt traf. Gilbert pflichtet dieser Erklärung vollständig bei. Eine leicht schmelzbare helle Masse sei bei dem Aufschlage des Meteoriten geschmolzen und nun radial von diesem Punkte ausgespritzt. Daher der gerade Verlauf dieser Streifen über Berg und Thal, ihr verschwimmender Umriss, der helle Rand des getroffenen Kraters. Ob diese Streifen aus Schwefel, oder Phosphor, oder aus einem anderen Stoffe bestehen, das ist natürlich dem Bereiche der Vermutung anheimgegeben.

Gilbert giebt schliesslich noch eine Darlegung, wie er sich die Verhältnisse bei dem allmählichen Wachsen des Mondes, infolge der sich mehr und mehr vereinigenden Möndchen denkt, sowie Bemerkungen über das Alter des Mondes.

Gründe, welche trotzdem für eine vulkanische Entstehung der Mondkratere sprechen. Im Vorhergehenden ist gezeigt worden, wie die Hypothese Gilbert's nicht nur im stande ist, die Entstehung der Kratere, sondern auch diejenige gewisser anderer Erscheinungen zu erklären. Trotzdem glaube ich, dass die alte Anschauung, welche in den Mondkrateren Äusserungen des Vulkanismus erblickt, die Dinge ungezwungener erklärt als jene.

Auf jeden Fall hat Gilbert das grosse Verdienst, die unbestimmte, zu allgemein gehaltene Ansicht, die Mondkratere seien wie irdische

Vulkane, durch sorgfältige Prüfung und genauere Fassung geläutert zu haben; denn es giebt eben verschiedenartige irdische Krater- und Vulkanbildungen (S. 775).

Unsere erste Frage würde die sein, ob etwa gar noch heute vulkanische Erscheinungen an den Mondkrateren vor sich gehen. Das scheint nicht völlig ausgeschlossen zu sein. Klein, Jul. Schmidt, Neisson treten dafür ein, dass gewisse Veränderungen gegen früher sich vollzogen haben. Freilich ist diese Frage mit annähernder Sicherheit erst zu entscheiden, wenn der ganze Mond genauer als bisher aufgenommen sein wird; ein Unternehmen, welches ja bereits im Werke ist. Wenn sich diese Sache aber bewahrheiten sollte, dann können jene Veränderungen wohl nur durch vulkanische Ausbrüche hervorgerufen sein; denn das geringe Mass von Abtragung, welches durch die Schwerkraft auf dem Monde erzeugt wird (s. unten), reicht sicher nicht hin, um in so kurzer Zeit so grosse Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit einzelner Punkte zu schaffen, dass wir dieselben erkennen können. Stellt es sich nun heraus, dass noch jetzt Vulkanismus dort thätig ist, so ist das um so mehr ein Grund, auch frühere Äusserungen dieser Kraft auf dem Monde anzunehmen.

Bevor wir Gilbert's Gründe gegen die vulkanische Herkunft der Mondkratere besprechen, ist es doch von Wichtigkeit, hervorzuheben, dass Gilbert selbst zugeben muss, dass etwa die Hälfte aller Mondkratere ganz gut vulkanischer Entstehung, nämlich Maare, sein könnten. Unter solchen Umständen scheint es aber doch von vornherein geratener, für diese Hälfte der Kratere anzunehmen, dass sie wirklich Maare sind; und für die andere Hälfte derselben dann anzunehmen, dass sie ebenfalls, wie jene, vulkanischer Entstehung ist, dass also hier modifizierte Maare vorliegen. Ich sage, es scheint geratener, aus der einen Hälfte heraus, welche durchaus den irdischen Erscheinungen analog ist, die andere, weniger analoge zu erklären, als nun für beide zu einer Hypothese zu greifen, für welche auf Erden gar keine Analogie bekannt ist. Meteore fallen allerdings auf die Erde, aber nie hat man sie eine, jenen Mondkrateren analoge Bildung hervorbringen gesehen.

Gehen wir nun in das Einzelne ein, so kann natürlich die viel bedeutendere Grösse vieler Kratere auf dem Monde kein Hindernis sein, dieselben für vulkanischen Ursprungs zu halten; was übrigens Gilbert auch gar nicht behauptet. Der Schluss liegt nahe, die bedeutendere Grösse und Tiefe der Mondkratere auf die dort etwa

6mal so geringe Schwere zurückführen zu wollen. Auch die Abwesenheit einer Atmosphäre spielt dabei eine Rolle. Bei dem Fehlen des Atmosphärendruckes, des Luftwiderstandes und bei der um $^5/_6$ geringeren Schwere der Gesteine müssen natürlich gleich grosse Kräfte von Gasen auf dem Monde sehr viel Grösseres leisten als auf der Erde. Schon im Jahre 1842 betonte v. STRANTZ diese so viel geringere Schwere und sprach[1] die Ansicht aus, dass die Mondkratere, nach Art unserer Maare und Pulverminen, durch explodierende Gase erzeugt seien.

Auch ELIE DE BEAUMONT[2] und A. v. HUMBOLDT traten der Auffassung bei, dass die geringere Schwere auf dem Monde die Bildung der Explosionskratere dort begünstige[3].

So ohne weiteres werden wir indessen die geringere Schwere nicht als Erklärung für die so sehr viel bedeutendere Grösse vieler Mondkratere in Anspruch nehmen dürfen; darum sagte ich „gleich grosse Kräfte von Gasen". Die Explosivkraft der irdischen vulkanischen Gase hängt zum Teil ab von dem Drucke, unter welchem sie in der Tiefe stehen. Dieser wird erzeugt zum kleinsten Teile durch das Gewicht der Atmosphäre, zum grössten durch das Gewicht der Erdrinde, welche auf dem Erdinnern und den von ihm absorbierten Gasen lastet. Ist nun die Rinde auf dem Monde etwa 6mal leichter als auf der Erde, so muss dort der Druck, unter welchem die Gase stehen, also ihre Explosivkraft, um ebensoviel geringer sein. Soweit also die Explosionskraft der vulkanischen Gase des Mondes von dem dort auf ihnen lastenden Drucke abhängt, muss erstere natürlich, wenn der Druck 6mal kleiner ist als auf Erden, ebenfalls 6mal kleiner sein; so dass also beides sich aufheben würde.

Allein diese Explosionskraft ist nicht allein durch den Druck bedingt; und darum werden wir die auf dem Monde herrschende geringere Schwere sehr wohl zur Erklärung der dort so sehr grossen Zahl von Krateren und ihrer Entstehungsweise als Explosionskratere, als Maare, anziehen dürfen.

---

[1] Übersicht der Arbeiten und Veränderungen der Schlesischen Ges. f. vaterländ. Kultur. Breslau 1842. S. 70.

[2] Comptes rendus des séances hebdom. Bd. XVI. S. 1032.

[3] Ges. f. vaterländ. Kultur. Breslau 1846. S. 49. Ebenso ist neuerdings Daubrée (s. S. 717) durch seine experimentellen Darstellungen von Durchschlagsröhren durch Gesteine vermittelst explodierender Gase zu der Überzeugung geführt worden, dass auch die Mondkratere derartige Durchbohrungen explodierender vulkanischer Gase seien.

Man könnte hierzu auch noch annehmen, dass die Kruste auf dem Monde, zur Zeit der Entstehung der Kratere, weniger dick als jetzt auf der Erde gewesen sei. Dadurch würden die Gase, welche vom Innern absorbiert waren oder sich aus chemischen Prozessen entwickelten, leicht so grosse Kratere ausgeblasen haben.

Wie dem nun auch sei, Unterschiede, welche in der Grösse zwischen den Erd- und den Mondvulkanen bestehen, sind doch nur relative. Sie haben also mit dem Wesen der Dinge gar nichts zu thun[1]; und wenn wir ihre Ursachen nicht kennen, so ist das kein Grund gegen eine vulkanische Entstehung.

Auch die Seltenheit der Maare auf Erden und die ungemeine Häufigkeit derselben, bezw. der Kratere, auf dem Monde — wenn wir eben einmal die Mondkratere als Maare, als Explosionskratere auffassen — bildet keinen Grund gegen solche Auffassung; denn Häufigkeit ist ebenfalls ein relativer Begriff. Übrigens werde ich am Schlusse zeigen, dass unser Maargebiet von Urach in dieser Hinsicht die Durchschnittshäufigkeit der Maare auf dem Monde gegen 70 mal übertrifft.

Gilbert hebt als Beweis gegen die vulkanische bezw. Maarnatur der Mondkratere den Umstand hervor, dass das Volumen des Ringwalles sich nicht mit dem Rauminhalte des Kraters deckt (S. 780). Er geht dabei von der unbestreitbaren Thatsache aus, dass bei einem durch Explosion entstandenen Loche die ganze herausgeschleuderte Gesteinsmasse nun ausserhalb des Loches auf der Oberfläche liegen muss. Aber so unbestreitbar das ist, ebenso anfechtbar ist die weitere Voraussetzung Gilbert's, dass diese herausgeschleuderte Masse sich auch in der nächsten Umgebung des Loches, also in dem Ringwalle wiederfinden müsse: Eine solche Übereinstimmung des Rauminhaltes zwischen Ringwall und Loch mag von einer explodierenden Pulvermine gelten. Sie braucht aber keineswegs von der gewaltigen Explosion vulkanischer Gase, von der Bildung eines Maares zu gelten. Die folgende Überlegung wird das veranschaulichen.

Das Loch, der Maarkrater, wird nur ausgehöhlt in der festen Kruste[2]. Wenn nun ausser dem zerschmetterten durchbrochenen Gesteine auch noch Asche- und Lapillimassen ausgeworfen wurden, so muss natürlich das Volumen des Ringwalles grösser sein, als der

---

[1] Gilbert behauptet das übrigens auch durchaus nicht.

[2] Würde die Lochbildung auch bis auf die geschmolzenen Massen der Tiefe hinabgreifen, so würde sie in diesem tiefen Niveau sofort wieder zufliessen, also verschwinden, mithin doch nur in der Kruste sichtbar, vorhanden sein.

Rauminhalt des ausgeblasenen Loches in der Mondkruste; denn die Asche und Lapilli stammen nicht aus diesem Loche, sondern aus der Tiefe. Wenn dagegen gar keine vulkanische Asche, sondern nur durchbrochenes Gestein der Mondkruste ausgeworfen wurde, wie bei den Gasmaaren (S. 725) der Fall, so kann das beiderseitige Volumen nur in dem einen Falle gleich sein, dass alles ausgeworfene Material sich auch im Ringwalle anhäuft. Sowie nun aber ein Teil der Auswurfsmassen weiter fortgeschleudert wird, muss das Volumen des Ringwalles um diesen betreffenden Teil kleiner sein als der Rauminhalt des Loches. Nun ist aber bei jedem heftigeren Ausbruche der Vorgang ein derartiger; rings um die Auswurfsöffnung häuft sich nur das gröbere Material an, das feiner zerstiebte wird weiter fortgeschleudert und bildet eine Decke auf der Erdoberfläche. Genau derselbe Vorgang musste sich bei Mondmaaren vollziehen, vielleicht sogar in einem noch viel stärkeren Masse als auf der Erde. Denn wenn zur Zeit der vulkanischen Ausbrüche auf dem Monde letzterer schon keine Atmosphäre mehr besass, deren Widerstand die Wurfkraft schnell verringerte, so mussten die feineren Teile ausserordentlich weit geschleudert werden.

Gerade die bedeutende Grösse der Mondkratere spricht für sehr grosse Heftigkeit der Ausbrüche. Je heftiger aber ein solcher, desto mehr fein zerblasenes Material muss entstehen. Auch experimentell hat Daubrée (S. 717) nachgewiesen, dass bei der Entstehung von Durchschlagsröhren[1] durch Gesteine vermittelst explodierender Gase sehr viel Material als feines Pulver zerstiebt wird.

Wenn daher Ebert (S. 780) nachwies, dass auf dem Monde in der Regel das Volumen des Ringwalles kleiner ist als der Rauminhalt der Kratere, so kann man darin nichts Auffälliges erblicken, sondern nur etwas Selbstverständliches. Wenn umgekehrt bisweilen das Volumen des Ringwalles grösser ist, so erklärt sich das ebenfalls ungezwungen durch Vorwalten gröberen Materiales und Hinzutreten vulkanischer Massen. Wie unbillig die Forderung wäre, dass der Ringwall nicht mehr Material enthalten dürfte als der Hohlraum des Kraters, wird sofort klar, wenn wir die Sache bis zum Extrem treiben: Durch vulkanische Ausbrüche entstehe an der Erdoberfläche allmählich ein, sagen wir, 10 000 Fuss hoher Vulkanberg. Selbstverständlich ist das Volumen desselben dann unvergleichlich viel grösser als der Rauminhalt des Kraters, selbst wenn wir diesen noch

---

[1] Diatremata nennt er sie.

so tief annehmen; denn die Erde hat hier ja nicht nur den verhältnismässig geringen Betrag der ausgesprengten Ausbruchsröhre herausgefördert, sondern sie hat den Berg wesentlich aufgeschüttet, indem sie ihr Inneres ausweidete.

Es ergiebt sich mithin, dass die mangelnde Übereinstimmung zwischen dem Rauminhalte des Kranzes und des Mondkraters gerade für vulkanische Entstehung desselben spricht. Während sie umgekehrt gegen die kosmische Hypothese zeugt; denn wenn das Loch durch Aufschlagen eines Möndchens entstanden wäre, dann müsste man allerdings erwarten, die verdrängte Gesteinsmasse voll und ganz im Ringwalle wiederzufinden. Jedenfalls dürfte der Ringwall nicht, wie oft der Fall, so sehr viel kleiner sein als das Loch. Noch viel weniger aber giebt uns Gilbert's Hypothese eine Erklärung für alle diejenigen Fälle, in welchen das Volumen des Ringwalles grösser ist als der Rauminhalt des Kessels. Der Versuch im kleinen ergab nur: Entweder gleiches Volumen, nämlich bei gleicher Weichheit von Wurfgeschoss und Scheibe, oder kleineres Volumen des Ringwalles, wenn nämlich die Scheibe im Innern weicher ist. Letzteres könnte man ja nun für den Mond annehmen. Aber die 28 Fälle unter den 92, in welchen das Volumen des Ringwalles grösser ist, bleiben ohne Erklärung. Diese lassen sich eben nur durch vulkanische Entstehungsweise erklären.

Auch der Umstand darf uns nicht irre machen, dass auf dem Monde der Kranz bisweilen gänzlich fehlt, so dass dann keine feste Grenze mehr zwischen solchen Mondkrateren und den sogen. Maaren mehr besteht. Von unseren Maaren in der Gruppe von Urach besitzt kein einziges einen Kranz oder Ringwall! Allerdings mag ein solcher hier früher vorhanden gewesen und dann zerstört worden sein. Aber ganz dasselbe dürfen wir von jenen Krateren auf dem Monde geltend machen. Zwar giebt es jetzt dort weder Wasser noch Wind [1], welche einen solchen Ringwall abtragen könnten. Aber bei der Einheit der Naturerscheinungen hat es sicher früher auf dem Monde ebenfalls Wasser und damit eine Abtragung wie auf der Erde gegeben.

Wir dürfen daher nicht schliessen: Weil es heute keine Denudation durch Wasser oder Wind auf dem Monde mehr giebt, darum müssen wir bei der Erklärung aller Oberflächenformen des Mondes auf das Heranziehen der Denudation und Erosion ganz Verzicht leisten. Das scheint

[1] Mit dem Fehlen der Atmosphäre fehlt natürlich auch der Wind auf dem Monde.



mir durchaus nicht nötig zu sein. In früheren Zeiten wird es auch dort eine Denudation durch Wasser gegeben haben; und wenn diese Denudationsformen nicht abermals wieder zerstört wurden, sondern sich erhielten, so liegt das daran, dass seit langen Zeiten schon keine Denudation durch Wasser oder Wind mehr stattfindet. So ist also der Mond im Gegensatz zu Erde gewissermassen eine wohlerhaltene geologische Mumie.

In geringem Masse allerdings muss auch heute noch, auch seit dem Verschwinden des Wassers, eine Veränderung in der Oberflächengestaltung des Mondes vor sich gehen: Wie in den regen- und vegetationslosen wüsten Gebieten der Erde die Gesteine trotzdem allein durch starke Temperaturwechsel zerfallen, so muss auch auf dem Monde Derartiges stattfinden. In jenen Gebieten der Erde kommt dann der Wind und bläst den jeweiligen feinen Verwitterungsstaub hinweg. Das fehlt allerdings auf dem Monde. Aber wo zerfallende Gesteinsstücke dort auf unebenem Gelände liegen, werden sie infolge der Schwere doch, wie auf der Erde, von der Höhe zur Tiefe rollen. Durch den Fall des einen Stückes werden wieder andere in Mitleidenschaft gezogen; teils indem ersteres andere der Unterlage beraubt und sie so zum Stürzen bringt, teils indem ersteres auf andere aufschlägt und sie so in Bewegung versetzt.

Auf solche Weise muss also auch heute noch auf dem Monde eine allmähliche Veränderung der Oberflächengestaltung sich vollziehen, welche dahin geht, die Unebenheiten auszugleichen, die Höhen abzutragen, die Tiefen auszufüllen. Aber diese Veränderung muss so unendlich langsam vor sich gehen, dass sie nur innerhalb ausserordentlich langer Zeiträume einen auch nur nennenswerten Betrag erreicht. Es wird daher das vorher Gesagte zu Recht bestehen bleiben, dass nämlich die heute auf dem Monde sichtbaren Oberflächenformen sehr wohl bereits zu einer Zeit entstanden sein können, in welcher noch ähnliche Verhältnisse wie auf Erden herrschten, in welcher es noch Wasser und wohl auch eine Atmosphäre auf dem Monde gab, so dass also diese Kräfte einst an der Gestaltung der Oberfläche des Mondes beteiligt waren.

Nun kann man ja freilich die Annahme, dass sich auf dem Monde einst Wasser befand, bestreiten wollen. Allein dieselbe gründet sich doch auf ein ganz analoges Verhalten der Erde. Die Menge des auf der Erdoberfläche vorhandenen Wassers verschwindet gleichfalls mehr und mehr. Allerdings vermehrt sie sich, indem durch die Vulkane Wasserdampf aus der Tiefe zur Oberfläche befördert

wird. Indessen mag ein sehr grosser, wo nicht der grösste Teil dieses Wassers der Vulkane gar nicht dem Erdinnern entstammen, sondern nur der Erdoberfläche; d. h. es mag nur in die Tiefe gesickertes und vom Vulkane wieder zur Verdampfung gebrachtes Wasser sein. So dass also dadurch gar keine Vermehrung der Wassermenge auf der Erdoberfläche, sondern nur ein Kreislauf derselben erfolgen würde. Gegenüber der also wohl geringen Wasserzunahme auf der Erdoberfläche steht indessen eine jedenfalls ganz überwiegende Wasserabnahme. Denn seit es Wasser auf Erden giebt, wird dasselbe durch Hydratbildung von den sich umwandelnden und sich zersetzenden Mineralien gefesselt, sickert auch mehr und mehr in die dicker werdende Erdrinde ein.

Hann sucht zu berechnen, dass auf solche Weise bereits $^1/_{17}$ der ganzen im Anfange dagewesenen Wassermenge festgelegt worden sei. Bei weiterem Fortschreiten dieses Vorganges muss mithin auch für die Erde der Zeitpunkt kommen, in welchem ihre Oberfläche gar kein Wasser mehr besitzt. Das erscheint uns ungeheuerlich, weil uns des Wassers so viel auf Erden zu sein scheint. Aber letzteres ist an sich gar nicht der Fall. Derartige Dinge dürfen nicht mit unserem menschlichen Massstabe, sondern nur mit ihrem eigenen gemessen werden. Nur so lässt sich ihre wahre Grösse erkennen. Wenn wir uns eine Erdkugel machen würden von einem Durchmesser, welcher etwa der Höhe eines Mannes gleich ist, bei welcher also 1 geogr. Meile = 1 mm ist, so würde die durchschnittliche Dicke der Wasserschicht, nämlich 3440 m, nur $^1/_2$ mm betragen[1]. Das Wasser bildet also im Verhältnis zur ganzen Erde nur ein dünnes Wasserhäutchen, dessen Absorption im Laufe vieler Millionen von Jahren wohl zu verstehen ist.

Was nun aber von der Erde gilt, wird auch vom Monde gelten können. Auch dieser wird früher Wasser gehabt haben. Wenn man solchem Schlusse etwa entgegenhalten wollte, dass bei einer Entstehung des Mondes durch Zusammensturz vieler kleinerer Weltkörperchen — wie Gilbert das annimmt — gar kein Wasser sich bilden konnte, so wäre dagegen Verschiedenes geltend zu machen: Einmal ist solche Entstehungsweise nicht bewiesen. Zweitens aber wird diejenige des Mondes kaum eine andere gewesen sein als die der Erde. Wäre also der erstere dennoch auf solche Weise entstanden, so auch letztere. Hätte daher die Erde auf solche Weise

---

[1] Walther, Bionomie des Meeres. S. 13.

Wasser bekommen, so auch der Mond[1]. Drittens ist eine solche Entstehungsweise doch nur dem Aggregatzustande nach unterschieden von derjenigen, welche man nach Kant und Laplace anzunehmen pflegt. Ob die Stoffe sich aus dem gasförmigen Zustande zu Erde und Mond verdichtet haben, oder aus dem festen — das ist hinsichtlich dieser Wasserfrage gleichgültig. Die Elemente, welche heute in Erde und Mond vorkommen, müssen in dem einen wie dem anderen Falle vorhanden gewesen sein; also auch diejenigen des Wassers. Letzteres konnte sich mithin in beiden Fällen bilden.

Das Endergebnis dieser Betrachtung ist also, dass früher auch auf dem Monde Erosion und Denudation durch Wasser stattgefunden haben wird, und dass sich die so entstandenen Erosionsformen der Mondoberfläche nun, seit kein Wasser mehr dort vorhanden ist, durch ungemein lange Zeiträume fast unverändert erhalten müssen.

Gilbert selbst sieht eine zweite Schwierigkeit für die kosmische Hypothese in dem Umstande, dass, wie er meint, die Mondkratere fast immer kreisrund sind. Er sucht auf umständliche Weise das zu entkräften. Doch ist das nicht nötig, da nach freundlicher Mitteilung von Weinland (S. 773) der Umriss der Mondkratere bald kreisrund, bald oval, bald unregelmässig ist. In gleicher Weise sind aber auch die Umrisse von Maaren bald rund, bald oval, bisweilen auch unregelmässig, wie in dieser Arbeit gezeigt worden ist.

Ein dritter Einwurf gegen Gilbert's Hypothese liegt in dem häufigen Auftreten centraler Kegelberge in den Mondkrateren. Gilbert nimmt an, dass diese Centralkegel durch die Schmelzmassen gebildet seien, welche vom Fusse des Kranzes, des Ringwalles nach der Mitte des Beckens hin zusammenquollen, und dass die Kuppe des Kegels bestehe aus dem nicht geschmolzenen, weil hinteren Teile des aufschlagenden Möndchens. Diese zweite Annahme erscheint aber doch wohl ganz unmöglich. Das Möndchen muss wenigstens annähernd den Durchmesser des von ihm gebildeten Kessels besessen haben. Eine von seinen ungeschmolzenen, hinteren, also für uns oberen Teilen gebildete Kuppe müsste daher annähernd den Durchmesser des Bodens im Kessel erreichen. Dahingegen haben die Centralkegel ganz wesentlich viel kleineren Umfang. Aber auch der erste Teil jener Behauptung kann, wenn auch vielleicht theoretisch denk-

[1] Es ist auch von anderen, so von Nordenskiöld und Graf Pfeil, geltend gemacht worden, dass die Erde aus Zusammenballung von Meteoritenstaub entstanden sei. Die Schlussfolgerung auf den Mond bliebe dieselbe, denn Meteorite und Staub derselben sind nur der Grösse nach verschieden.

bar, so doch im vorliegenden Falle nicht möglich sein; denn WEINLAND in Prag hat auf den Lyck-Photographien bei zahlreichen Centralkegeln kleine Kratere auf dem Gipfel derselben beobachtet, wie ich einer freundlichen Zuschrift des genannten Astronomen entnehmen darf. Diese Kratere haben sich wegen ihrer geringen Grösse bisher der Beobachtung entzogen, denn der Durchmesser beträgt z. T. nur $^1/_2$ km.

Daraus folgt aber unwiderleglich, dass diese Centralkegel vulkanischer Entstehung sind, und da sie nun im Innern der fraglichen Mondkratere liegen, so wird man natürlich auch diese allein schon aus diesem Grunde als Bildungen des Vulkanismus halten müssen.

Es kommt aber noch eines hinzu: Auch auf den steilen Abhängen dieser Kegelberge sitzen bisweilen Kratere. Nach GILBERT's Erklärung müssten folgerichtigerweise auch diese durch Aufschlag kleiner Möndchen erzeugt worden sein. Dem gegenüber macht WEINECK in dem erwähnten Schreiben aber mit Recht geltend, dass auf so steilem Gehänge ein Meteor abgeprallt sein, nicht aber ein kreisrundes Loch geschlagen haben würde.

In ähnlicher Weise wie die centralen Kegel sucht GILBERT die Wölbung der Innenebenen, welche sich ausnahmsweise bei einigen Mondkrateren findet, dadurch zu erklären, dass die durch den Zusammenstoss erst auseinandergedrückten weichen Massen, später wieder nach der Mitte hin zusammengeflossen seien und sich dabei aufgestaut hätten. Er nimmt aber auch als denkbar an, dass der bei der Entstehung eines benachbarten Kraters ausgeübte Druck das verursacht haben könne.

Auch hier möchte ich weit eher eine vulkanische Erklärungsweise anwenden, denn wir kennen ganz dieselbe Erscheinung auf Erden und zwar auf Hawai an dem Kilaueakrater, welcher ja gerade auch durch seine Terrassenbildung und wagerechte Innenebene sich den Mondkrateren so ähnlich zeigt[1]. Auf dem Halemaumau genannten Feuersee im Krater bildet sich bisweilen eine Erstarrungskruste. Im Jahre 1848 war das z. B. der Fall. Aber diese war damals nicht eben, sondern sie war domartig, fast 100 m hoch gewölbt, so dass sie im S. die Wände des Kilaueakraters überragte! Durch die Risse in dieser Decke konnte man den Feuersee erblicken. Diese emporgewölbte Erstarrungskruste hielt sich lange Zeit. 1849 wurde die Lava 20 m hoch aus einer Öffnung derselben heraus-

[1] Marcuse, Die hawaischen Inseln. Berlin 1894. Friedländer. S. 64—72.

geschleudert, bis endlich die Lava wieder, wie sie von Zeit zu Zeit zu thun pflegt, unterirdisch abfloss. 1852 wurde in der 30 m breiten Öffnung des Domes der wieder in die Höhe gequollene feurige See sichtbar; die Öffnung erweiterte sich, die Ränder derselben stürzten allmählich ein und 1855 erfolgte der Zusammenbruch des ganzen Domes in den darunterliegenden feurigen Halemaumausee. Im Jahre 1880 wölbte sich abermals eine domförmige Erstarrungskruste über den See empor.

Aber nicht nur das. Auch die kalte Lavadecke im ganzen Becken des Kilauea hebt sich allmählich (l. c. S. 71). Gegenwärtig ist auch sie domartig gewölbt und ihre höchste Stelle liegt 370 m über dem Niveau, welches sie vor 70 Jahren einnahm. Diese Hebung erfolgt ungleichmässig, nach den Ausbrüchen ist sie aber immer am stärksten.

Wenn nun freilich die Ursache des Emporwölbens der Erstarrungskruste des Sees sowie der kalten Lavadecke nicht ganz klar hervorgeht, so kann doch an der Thatsache selbst nicht gezweifelt werden. Diese Thatsache aber stimmt so vollkommen mit der in Rede stehenden Erscheinung eines gewölbten Bodens in einigen Mondkrateren überein, dass wir keinen Grund haben, für dieselbe auf dem Monde nach einer anderen Erklärung zu suchen wie auf der Erde. Es werden also jene Mondkratere vulkanischer Entstehung sein, vom Typus der hawaischen Kratere.

Übrigens lässt sich für eine domartig gewölbte Decke im Innern eines grossen Mondkraters noch eine andere, einleuchtende vulkanische Erklärung geben. Bedingung ist das Vorhandensein eines Vulkanes von hawaischem Typus; bei welchem also der Schmelzfluss nicht zu losen Auswurfsmassen zerschmettert wird, sondern nur, gleich einer sich hebenden und senkenden, langsam atmenden Brust, in dem Ausbruchskanale abwechselnd aufsteigt und wieder in die Tiefe versinkt. Dies geschieht beim Kilauea auf Hawai unablässig innerhalb monate- und selbst jahrelanger Perioden. Hat die Zeit des Aufsteigens ihren Gipfelpunkt erreicht, so ist der Halemaumausee angefüllt. Aber dieser Vorgang kann noch weiter fortdauern. Dann fliesst die Lava über und grössere Teile des Kraterbodens werden überschwemmt, was beim Halemaumau wirklich vorgekommen ist. Dadurch wird der Boden natürlich erhöht, denn das Übergeflossene erstarrt.

Nun denke man sich einen Mondkrater. Derselbe besitzt ursprünglich einen wagerechten Boden, hervorgerufen durch die Er-

starrungskruste der Schmelzflusssäule, welche ihn erfüllt. Wird allmählich der ganze Schmelzfluss bis in grosse Tiefe hinab fest, so bleibt der wagerechte Boden, die Innenebene, wie wir sie bei den meisten Mondkrateren sehen. Dauern dagegen die Perioden des Auf- und Absteigens der Lava weiter fort, so können zwei verschiedene Möglichkeiten eintreten. War die Erstarrungskruste dünn, so musste sie z. T. der sinkenden Lava nachbrechen. Der stehengebliebene randliche Teil aber wird später von der wieder hochsteigenden Lavasäule hochgehoben und dann wieder eingeschmolzen. So bildet sich nun in höherem Niveau abermals eine wagerechte Kruste bezw. ein solcher Kraterboden. War dagegen die Erstarrungskruste sehr dick geworden, so wird sich bei abermaligem Aufsteigen der Lava nur, etwa in der Mitte, eine Öffnung bilden, aus welcher die Lava überfliesst und dabei erstarrt. Dass dabei rings um die Ausflussöffnung sich mehr Masse absetzen muss, als in weiterer Entfernung von derselben, ist selbstverständlich. Es wird sich daher der Kraterboden bei öfterer Wiederholung dieses Vorganges immer in der Umgebung der mittleren Ausflussöffnung mehr erhöhen, als in der Peripherie. Mit anderen Worten, es wird allmählich ein dom- oder käseglockenartig gewölbter Kraterboden entstehen können. Freilich im allgemeinen wohl nur, wenn der Durchmesser des Kraters ein kleiner ist. Bei einem grossen Durchmesser dagegen wird die Masse nicht bis an den Kraterrand fliessen, es wird sich auf solche Weise allmählich ein innerer Kegel auftürmen; und so erklärt sich die Entstehung dieser Bildungen ungezwungener als durch Gilbert's Annahme.

Ich habe im Anschluss an die Kegelberge vorgreifend derjenigen Kraterböden gedenken müssen, welche ausnahmsweise domartig gewölbt sind. Bei den grösseren Krateren sind diese Böden eben und das Dasein einer solchen Innenebene hält nun Gilbert für unvereinbar mit einem Maare. Nur bei Vulkanen vom Hawaitypus kommen nach Gilbert solche wagerechten Innenebenen vor. Darin irrt derselbe aber. Wir finden dieselben, wie die folgenden Beispiele darthun werden, nicht nur bei jenen, sondern auch bei Vulkanen vom Vesuvtypus und auch bei Maaren.

Ich werde in diesen Beispielen auch zugleich Belege für das Dasein von Terrassen und Centralkegeln anführen.

Vor dem Jahre 1867 hatte der Krater des Vesuv, bei 700 m Durchmesser und 60—70 m Tiefe, eine horizontale (aus Tuff gebildete?) Innenebene, zu welcher seine Wände senkrecht abstürzten [1].

[1] de Lapparent, Traité de géologie. Paris 1893. 3ème édit. S. 434.

Handelt es sich hier um einen Krater, welcher in dem losen Aschenkegel ausgesprengt ist, so finden wir ganz dasselbe auch bei Krateren, deren Wände aus einem Wechsel fester Lavaströme und loser Massen aufgebaut sind. Das ist z. B. der Fall bei dem Krater des Piton de la Fournaise auf der Insel Réunion. Im Jahre 1874 besass dieser, bei einem Durchmesser von 400 m und einer Tiefe von 150—160 m, ebenfalls eine wagerechte Innenebene, welche durch die Oberfläche der erstarrten Lava gebildet wurde. Die steil abstürzenden inneren Kraterwände bestehen aus einem Wechsel wagerechter Lavaströme und loser Auswürflinge. Am Fusse dieses inneren Steilabfalles liegt, kranzförmig die Innenebene umgebend, ein Ring von losen Auswürflingen und Blöcken[1], ganz wie bei den Mondkrateren!

Beim Kilauea auf Hawai haben wir endlich einen Krater, welcher mit steil abstürzenden Wänden ganz in horizontale Lavaschichten, ohne Zwischenlagerung loser Massen, eingesenkt ist und ebenfalls eine wagerechte Innenebene besitzt, die peripherisch von einer Terrasse umgeben ist. Hier ist der Krater vermutlich nicht ausgesprengt, wie beim Vesuv, sondern durch Senkung oder Einsturz entstanden. Gasexplosionen, und damit Erzeugung loser Aschenmassen, fehlen hier gänzlich; nur Lava fliesst aus, steigt empor und verschwindet wieder in der Tiefe. Hierbei schmilzt sie gewiss Teile ihres Kanales im Innern des Berges ein, so dass höhlenartige Erweiterungen desselben entstehen, deren Zusammenbruch dann diese Kesselbildung erzeugte.

Auch der gewaltige Krater, welcher mit einem Durchmesser von 10 km 250—300 m tief senkrecht in wagerechte Lavaschichten des Grand Brûlé auf Réunion eingesenkt ist und den Namen l'Enclos führt, ist vermutlich durch Einsturz entstanden. Sehr bemerkenswert ist es für unsere Vergleichung mit den Mondkrateren, dass in diesem Krater durch spätere Ausbrüche ein centraler Kegel gebildet wurde, der Piton Bory. Fig. 108 giebt ein Bild dieses Kraters nach de Lapparent. Vergl. S. 776.

Wir sehen also, dass wir auf Erden horizontale Innenebenen bei verschiedenartigen Krateren finden: In losen Aschenkegeln; in Kegeln, die aus losen und festen Massen bestehen; in Kegeln, welche nur aus festen Strömen aufgebaut sind; in Krateren, welche durch Explosionen entstanden, also ausgesprengt wurden; endlich in Kra-

[1] Ebenda S. 436.

teren, welche durch Einsturz hervorgerufen wurden; schliesslich, wie wir sehen werden, in Maaren.

Wir sehen ferner, dass wir Terrassenbildung in verschiedenartigen Krateren und auf verschiedene Weise entstanden finden: Durch Abbröckeln, wie beim Piton de la Fournaise auf Réunion, oder durch Senkung, wie beim Kilauea.

Endlich sehen wir auch bei senkrechten Wänden und wagerechter Innenebene centrale Kegel, wie beim Enclos auf Réunion.

Allerdings sind das alles Bildungen, welche auf Vulkan**bergen** vor sich gehen, während diejenigen des Mondes einfach in die Oberfläche desselben eingesenkt sind; und darin liegt allerdings, wie Gilbert betont, ein Unterschied. Allein unser vulkanisches Gebiet von Urach lehrt uns, dass auch bei Maaren horizontale Innenebenen vorkommen und die Möglichkeit der Vereinigung eines derart gestalteten Maares mit einer inneren Kegelbildung scheint mir sehr leicht denkbar zu sein.

Wenn Gilbert meint, die Maare hätten nie wagerechte Innenebenen, so hat er nur die typischen Maare im Auge, welche allerdings eine trichterförmige Gestalt besitzen. Unsere Gruppe von Urach aber lehrt uns Maare kennen, welche kesselartig sind und ebenfalls eine innere Ebene haben, welche durch die Oberfläche der den Ausbruchskanal erfüllenden Tuffmassen, bezw. auch einmal durch Basalt, gebildet wird. Es lässt sich daher die Innenebene der Mondkratere ganz auf dieselbe Weise erklären. Das ist auch sehr einleuchtend. Wenn Kratere auf dem Monde bis zu 160 geogr. Meilen Durchmesser ausgeblasen wurden, wo sollte denn die ungeheure Menge des zerschmetterten, durchbrochenen Gesteines bleiben? Selbst bei reinen Gasmaaren (s. S. 725), bei welchen der Schmelzfluss so tief unten bleibt, dass gar keine Asche ausgeworfen wird, sondern nur Gase explodieren, muss ja das zerschmetterte Gestein, zum Teile in die Ausbruchsröhre zurückfallend, dieselbe erfüllen. Das Vorhandensein einer Innenebene ist daher kein Grund, an der Deutung jener Mondkratere als Maar irre zu werden.

Nun haben wir aber in dieser Arbeit gesehen, dass es in der Gruppe von Urach auch Maare giebt, deren Ausbruchskanäle nicht mit Tuff, sondern mit Basalt erfüllt sind (s. S. 590). Auf dem Boden eines solchen Basaltmaares muss natürlich der Schmelzfluss eine wagerechte Innenebene bilden. Ich stehe daher nicht an, die entsprechenden Mondkratere als Analoga dieser Maare der Gruppe von Urach zu betrachten und in ihrer wagerechten Innenebene nur

die Oberfläche der den Ausbruchskanal füllenden Tuffbreccie oder des erstarrten Schmelzflusses zu sehen. Wenn man das frühere Vorhandensein von Wasser auf dem Monde annimmt (S. 789), so kann man ja auch an Sedimentärschichten denken, ganz wie solche bei unseren irdischen Maaren wagerechte Böden erzeugen. Aber es ist gar nicht nötig, die ungezwungen sich ergebende Erklärung dadurch zu komplizieren.

Nun hat ja allerdings Gilbert recht, wenn er betont, dass sich zu diesen wagerechten Innenebenen noch Terrassen an den inneren Abhängen des Ringwalles und häufig auch Centralkegel gesellen. Es wird also dadurch der reine Eindruck eines typischen Maares verwischt, denn auf der Erde kennen wir keine Maare mit Centralkegel. Allein man erwäge nur die Entwickelungsreihe der vulkanischen Gebilde vom Gasmaar an aufwärts, wie ich sie auf S. 725 besprochen habe. Es ist ja gar nicht notwendig, dass ein Maar genau auf diesem ersten embryonalen Stadium stehen bleibe, es kann sich weiter entwickeln.

Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkte einmal die Mondkratere mit Innenebene und Centralkegel. Wenn sich aus dem Maare ein Vulkan entwickelt, so geht das gar nicht anders, als dass sich über dem einfach in die Erdrinde eingesenkten Explosionskrater ein Kegel aufbaut. Ist nun der Explosionskrater, das Maar, wie bei den irdischen der Fall, klein, so wird es ganz von dem Berge verschüttet werden. Man sieht es dann nicht mehr. Ist dagegen der Durchmesser des Maares sehr gross, so kann sich durch spätere Ausbrüche im Innern desselben sehr leicht ein Aschenkegel aufbauen, ohne mehr als einen Teil der Innenebene des Maares zu bedecken. Das ist auf dem Monde sehr gut denkbar; denn die Mondkratere mittlerer Grösse, welche zur Hälfte etwa solche inneren Kegel besitzen, sind immer noch so gross — sie haben bis zu 20 geographische Meilen Durchmesser —, dass in deren Innern sich sehr gut ein Aschenkegel aufbauen kann.

Ist diese Deutung nun die richtige, dann würde der einzige Unterschied der folgende sein: Auf dem Monde wären das dort riesige embryonale und das, dort kleinere spätere Entwickelungsstadium des Vulkanismus an einer und derselben Stelle nebeneinander sichtbar; wogegen auf der Erde das hier stets kleine embryonale Stadium verdeckt wird, sowie es zur weiteren Entwickelung des Vulkanismus kommt.

Es würde also der Mond, gegenüber der Erde, ausgezeichnet sein dadurch, dass auf ersterem das embryonale Stadium des Vulkanis-

mus zwar ebenfalls klein sein kann, aber zum grossen Teile mit ganz ungemein viel grösseren Dimensionen entwickelt ist.

Ich gebe zu, man kann mir den Einwurf machen, dass sich dann in den Mondmaaren alle Übergänge von dem kleinen Kegel bis zu dem grossen, fast das ganze Maar zudeckenden Berge finden müssten. Die Sache mag sich auf folgende Weise erklären. Ich frage: Warum ist es denn in dem vulkanischen Gebiete von Urach an den 127 Ausbruchstellen ausnahmslos bei dem embryonalen Maarstadium verblieben? Warum hat sich hier nicht ein einziger Vulkan gebildet? Da niemand die letzte Ursache dieser Erscheinung anzugeben vermag, so wird die Antwort nur lauten können: Die Verhältnisse müssen eben derartige gewesen sein, dass der Vulkanismus nicht über ein embryonales Eintagsleben hinauskam.

Wenn nun dies thatsächlich für unser schwäbisches Vulkangebiet der Fall ist, so kann es ebensogut auch für den Mond der Fall gewesen sein. Auch dort müssen die Verhältnisse so gewesen sein, dass die vulkanische Kraft nur unentwickelte Wesen, Maare, erzeugen konnte. Wenn sie es versuchte darüber hinauszugehen, so blieb es auch hier bei Versuchen. Nie wurde aus einem kleinen Centralkegel ein grosser Vulkanberg.

Vielleicht geht gerade Hand in Hand mit diesem Unvermögen des Vulkanismus, ausgebildete Vulkane zu schaffen, seine Fähigkeit, recht zahlreiche Vulkanversuche, Maare, erzeugen zu können. Vielleicht erklärt sich dadurch der Umstand, dass der Mond eine so gewaltige Zahl von embryonalen Krateren besitzt. In der Gruppe von Urach möchte man wenigstens eine solche Beziehung erblicken: Kein einziger Vulkan, dafür aber nicht weniger als 127 Maare, bezüglich embryonale Vulkanbildungen, auf einem nur 20 □ Meilen grossen Gebiete.

Auf der uns zugewendeten Seite des Mondes ist nun die Zahl der Kratere eine ganz gewaltige, 20—30000 nach Faye's Schätzung. Wie gross das Übergewicht des Mondes in dieser Hinsicht über die Erde ist, wird erst klar, wenn man erwägt, dass nach Gilbert[1] ein Gebiet von Nordamerika, welches ungefähr ebenso gross ist wie die uns zugewendete Mondseite, gegenüber jenen 20—30000 Krateren nur etwa deren 3000 besitzt[2]. Mir scheint aber das Übergewicht

[1] l. c. S. 246.

[2] D. h. 3000 einzelne Kratere, nicht etwa ganze Vulkane. Diese Zahl scheint sehr hoch; aber Gilbert giebt Anhaltspunkte für dieselbe. Er führt sogar weiter aus, dass die Zahl von 3000 noch grösser sein würde, wenn man die älteren, bereits zerstörten mitzählen könnte.

des Mondes in dieser Beziehung noch viel grösser zu sein, denn hier ist Ungleichwertiges miteinander verglichen. Die Kratere des Mondes sind offenbar vorwiegend selbständige Bildungen, die überwiegende Mehrzahl derselben ist die obere Öffnung eines besonderen Durchbruchskanales. Der Mond besitzt also auf der uns zugewendeten Seite nicht nur 20—30000 Kratere, sondern auch ebensoviel einzelne Durchbruchskanäle, Diatremata nach Daubrée's Ausdrucke. Bei den irdischen Vulkanbergen dagegen, das gilt also auch von jenen 3000 Krateren Nordamerikas, können auf einen Durchbruchskanal sehr viele Kratere kommen. Wenn z. B. der Ätna mehrere 100 parasitische Kratere besitzt, so sind diese doch nur auf Spalten des Berges aufgesetzt, also lediglich auf den einen die Erdrinde durchbohrenden Ausbruchskanal, höchstens auf einige zurückzuführen, in welchem die Laven aufsteigen. Die dem Monde gleiche Fläche Nordamerikas besitzt also nicht etwa 3000, sondern eine ungemein viel geringere Zahl von solchen selbständigen Durchbruchskanälen.

Demgegenüber tritt nun aber das überaus Eigenartige unserer vulkanischen Gruppe von Urach recht in das Licht. So übergewaltig auch der Erde gegenüber die Zahl der Durchbruchskanäle auf dem Monde ist, das Gebiet von Urach ist letzterem in dieser Hinsicht nicht weniger als 73mal überlegen, wenn wir vom Monde die Durchschnittszahl der Kratere, d. h. der selbständigen Durchbruchskanäle nehmen. Auf $11^1/_2$ □Meilen der Mondoberfläche kommt durchschnittlich ein solcher Kanal, falls jedem der 30000 Kratere ein solcher entspricht. Das macht auf 20 □Meilen, so gross ist etwa das vulkanische Gebiet von Urach, noch nicht ganz $1^3/_4$ Kanäle (1,74), wogegen unser Gebiet von Urach deren mindestens 127 besitzt[1]. Führt man nun aber an, dass dies nur eine Durchschnittszahl ist, dass also einzelne Gegenden des Mondes viel reicher an Krateren bezw. Durchbruchskanälen sind, so kann man dasselbe von unserem Gebiete geltend machen. Durchschnittlich haben wir hier auf 1 □Meile auch nur 6,3 Durchbohrungen, während die Gegend im W. und N. vom Jusi auf der Fläche von

[1] Die Oberfläche des Mondes zu 688635 □Meilen gerechnet, ergiebt sich für die Hälfte derselben die Summe von 344318 □Meilen. Hierbei ist allerdings vernachlässigt, dass infolge der Libration mehr als die halbe Mondfläche für uns sichtbar wird; dafür habe ich aber nicht das Mittel von 20—30000, sondern 30000 gerechnet.

1 □Meile 22, diejenige um Owen herum 18 solcher Durchbohrungen zählt. Demgegenüber hat der Mond durchschnittlich auf 1 □Meile nur 0,087 Durchbohrungen.

Doch noch ein Weiteres in Beziehung auf die Zahl dieser Kratere. Gilbert hebt hervor, dass wir auf dem Monde so sehr viele Kratere, auf Erden aber noch nicht 50 Maare besitzen; unter anderem spräche das ebenfalls gegen die Deutung der Mondkratere als Maare. Nun ist diese Zahl von 50 wohl etwas zu klein, wie ich S. 710 gezeigt habe. Es gesellen sich auch dazu die 127 des Gebietes von Urach und vermutlich diejenigen Mittel-Schottlands. Aber abgesehen davon ist ihre Zahl doch auf Erden noch sehr viel grösser; denn unter vielen Vulkanen liegt ein Maar begraben. Auch sind im Laufe der Zeiten wohl manche Maarkessel auf Erden abgetragen worden und unkenntlich gemacht.

Erwägt man nun, dass der wasser- und luftlose Mond als geologische Mumie alle Kratere seit vielleicht ungeheuer langen Zeiten aufbewahrt hat, während auf der stetig ihre Oberfläche abtragenden Erde im Laufe dieser Zeiten zahlreiche Vulkane abrasiert wurden, so folgt abermals, dass die Zahl der Kratere bezw. Maare auf Erden sehr viel grösser sein würde, wenn alle, wie auf dem Monde, erhalten wären. Gilbert selbst weist ja auf diese verschwundenen Kratere hin (S. 799 Anmerkung 2 dieser Arbeit).

Aus alledem folgt — und Gilbert legt darauf auch gewiss kein grosses Gewicht — dass die grosse Zahl der Mondkratere uns nicht im geringsten in der Deutung derselben als vulkanischer Bildungen wankend machen kann.

Doch Gilbert erhebt noch einen anderen Einwurf: das Auftreten innerer Terrassen in vielen Mondkrateren. Dieselben sind nach seiner Schilderung nicht so regelmässig wie die innere Terrasse in dem irdischen Krater des Hawai-Typus. Gilbert vergleicht sie mehr mit Abrutschmassen (S. 774). Vom Standpunkte unserer vulkanischen Hypothese lässt sich die Entstehung derselben auf drei verschiedene Weisen erklären. Entweder nehmen wir das Vorhandensein von Wasser zur Zeit der Ausbrüche an; dann sind es infolge der Wirkung des Wassers abgerutschte Massen. Im Randecker Maar No. 39 rutscht ringsherum an der Innenseite alles allmählich auf solche Weise hinab. Oder wir verzichten darauf; dann können allein durch die Schwere im Laufe sehr langer Zeiten diese Massen niedergebrochen sein. Oder wir nehmen Mondbeben an, welche sich doch gewiss bei der Bildung so zahlreicher Kratere eingestellt haben; dann sind

diese Massen plötzlich abgebrochen. Das letzte ist vielleicht das am meisten ausschlaggebende.

Fragen wir aber, welcher Beschaffenheit denn nun die abgerutschten Massen waren, so mögen dieselben zum Teil lose, zum Teil aber auch fest gewesen sein. Ich denke im letzteren Falle an Erscheinungen, wie sie sich im Halemaumau zeigen (S. 776). Der Schmelzfluss bildet eine Erstarrungskruste. Diese wächst in ihrem randlichen Teile an die inneren Gehänge des Kraters an. Nun sinkt die Lava in dem Feuersee. In der Mitte bricht die Erstarrungskruste nach und schmilzt ein. Am Rande hält sie sich eine Zeit lang, bis sie auch hier nachbricht. In schräger Lage ruht sie dann auf dem inneren Gehänge. Gilbert schildert den Eindruck dieser Terrassen ja ganz ähnlich: Es sehe aus, als wenn vom Rande einer, mit einer festen Basaltdecke überzogenen Hochfläche Fetzen herniedergebrochen wären. Übrigens betrachtet Gilbert selbst ihre Entstehung ja lediglich durch Abrutschung. Nur dass er diese sich hervorgerufen denkt dadurch, dass der untere Teil des inneren Gehänges durch den Zusammenstoss schmolz, wegfloss und dadurch den oberen der Unterlage beraubte.

Was jene Rillen oder Spalten (S. 783) anbetrifft, welche einen ebenen, nicht V förmigen Boden besitzen, so glaube ich, dass man diese Eigenschaft in viel ungezwungenerer Weise als durch Gilbert's Schmelzflut erklären kann. Genau so, wie auf Erden der Schmelzfluss von unten her in die Spalten dringt, so wird das auch auf dem Monde der Fall gewesen sein. Daher muss der Boden dieser Spalten natürlich eben sein. Der Schmelzfluss braucht eine Spalte durchaus nicht bis an die Oberfläche hin zu erfüllen. That er das aber auf dem Monde, so entstand jene zweite Art von Spalten, deren Verlauf sich nur noch durch eine Reihe von Löchern verrät. Diese Löcher möchte ich, ganz wie Gilbert, durch Gasexplosionen erklären.

Z u s a m m e n f a s s u n g. Gilbert's Gründe für seine kosmische Hypothese sind die folgenden: Die Mondkratere können unter keiner Bedingung — und dem muss jeder beipflichten — als Vulkane vom Vesuv-Typus betrachtet werden. Wir können sie aber auch nicht einmal für solche des Hawai-Typus ansehen; denn letztere liegen auf Erden auf einem Berge, ihnen fehlt ein innerer Kegel, ihre Terrassen sind wagerecht. Die Mondkratere sind dagegen einfach in die Mondebene eingesenkt, sie haben zum Teil innere Kegel, ihre Terrassen sind schräg, uneben. Gilbert sagt weiter: Abgesehen von den

kleinen unter den Mondkrateren, können wir letztere aber auch nicht als Maare betrachten; denn letztere sind zwar auf Erden ebenfalls nur in die Oberfläche eingesenkt. Aber sie besitzen hier keine Innenebene, keine Centralkegel, keine inneren Terrassen; auch sind sie selten. Die Mondkratere besitzen auch bisweilen domförmig gewölbte Böden.

Demgegenüber hebe ich hervor: Zahl und Grösse sind nebensächliche Dinge. Innenebenen kommen auch bei Maaren vor, gewölbte Böden bei dem Hawai-Typus. Die Centralkegel der Mondkratere sind Vulkane, schon weil sie Kratere an der Spitze tragen. Die Mondkratere sind also vulkanischen Ursprunges. Zum Teil sind es Maare; zum Teil sind sie über dieses Stadium hinaus entwickelt, ohne jedoch fertige Vulkane geworden zu sein. Sie sind mehr Maar als Vulkanberg, oft ein Zwischending zwischen beiden mit Anlehnung an den Hawai-Typus.

In völlig anderer Weise wie Gilbert sucht neuerdings Prinz[1] die Entstehung der Kraterbildungen des Mondes zu erklären. Schon Gwyn Elger hatte die Ansicht ausgesprochen, dass der Umriss der Mondkratere nur ein kreisförmiger zu sein scheine, dass dieser Eindruck aber verschwinde, sowie man stärkere als die gewöhnlichen Vergrösserungen anwende, bei welchen sich dann ein polygonaler Umriss ergebe. Auch früher bereits waren von anderen gleiche Beobachtungen gemacht worden und Prinz fügt diesen nun weitere hinzu. Derselbe unterscheidet vier verschiedene Typen: Hexagonale Kratere; solche mit mehr oder weniger als 6 Seiten, nämlich hepta- und pentagonale; sodann fast quadratförmige oder rhomboïdale; endlich solche mit teilweise winkligem Umrisse.

Ganz entsprechendes Verhalten zeigen nach Prinz von irdischen Krateren der Kilauea und der Mokua-weo-weo des Mouno Loa. Am ersteren sucht er einen ungefähr hexagonalen Umriss nachzuweisen; am letzteren einen 6 bis 7seitigen, wobei einzelne der Seiten einen konvex nach innen gekrümmten, flachen Bogen beschreiben. Natürlich gelingt eine solche Zeichnung (Fig. 2 und 4 auf S. 14 und 17 seiner Abhandlung) bei einem Krater von unregelmässiger Gestalt unter Umständen ganz gut. Irgendwelche Regelmässigkeit aber wird wohl niemand in dem so gewonnenen polygonalen Umrisse erkennen können.

---

[1] Esquisses sélénogiques. I. L'origine du contour polygonal et hexagonal de certains volcans lunaires. Bruxelles. Extrait de la Revue „Ciel et Terre". 14ème année. 1893. 37 S. 1 Taf. 10 Textfig.



Prinz geht nun aus, einmal von der durch Suess[1] gegebenen Beschreibung von Senkungsfeldern, bei welchen derselbe peripherische und radiale Brüche unterscheidet; es entstehen hierbei Kesselbrüche, wie z. B. in der schwäbisch-fränkischen Alb das Hegau und das Ries, von gerundeter oder unregelmässig winkliger Umrandung. Sodann zweitens von Versuchen, bei welchen ein auf den Mittelpunkt einer festen, homogenen Platte ausgeübter Druck oder Stoss einen Sternbruch erzeugt. Derselbe wird gebildet durch drei Bruchlinien, welche sich unter 60° durchschneiden, also genau wie die drei Nebenachsen des hexagonalen Krystallsystems. Das sind die radialen Sprünge. Peripherische aber bilden sich gleichfalls bei weiter andauernder Einwirkung, indem sie — gleich der Projektion einer hexagonalen Pyramide auf eine Ebene — ein zu jenem Achsenkreuz gehöriges Sechseck darstellen, dessen Seiten entweder gerade oder nach innen konvex verlaufen.

Es ist nun nach Prinz ganz gleichgültig, ob man statt „Druck" oder „Stoss" den Ausdruck „Senkung" setzen will. Die ideale Umrandung eines Senkungsfeldes ist daher, nach Prinz, eine hexagonale. Wenn ein solches diese Idealgestalt in der Wirklichkeit niemals besitzt, so liegt dies an mangelnder Homogenität der Erdrinde und anderen Ursachen.

Die Mondkratere und auch gewisse sogenannte Meere des Mondes sind also nach Prinz solche Kesselbrüche; daher ihr, nach ihm, vorwiegend hexagonaler Umriss.

Mehreres möchte ich dem entgegenhalten. Wenn die Senkungsfelder und Kesselbrüche auf der Erde nicht diesen hexagonalen Umriss besitzen — und das ist eben nicht der Fall — wie sollten denn die gleichen Bildungen auf dem Monde diese Gestalt erlangen? Ob die Erdkruste oder die Mondkruste einbricht, scheint doch gleichgültig.

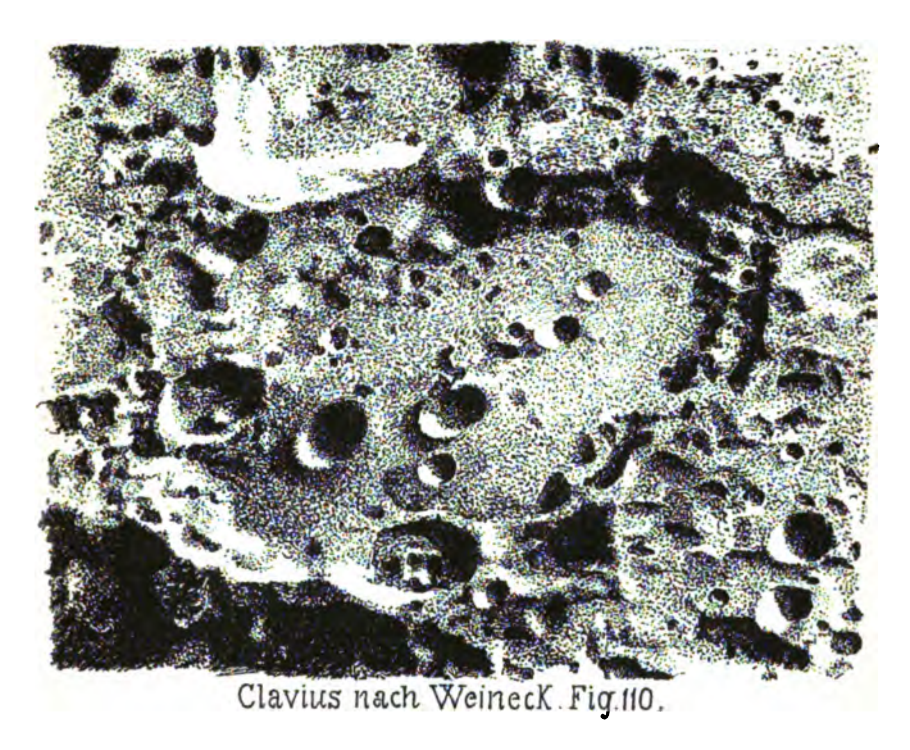
Zweitens besitzt kein einziges der 127 Maare, bezw. der Ausbruchskanäle derselben, in unserem Gebiete einen polygonalen, geschweige denn hexagonalen Umriss. Diese Kanäle sind aber doch ebenfalls entstanden durch Stösse, ausgeübt von explodierenden Gasen. Bei keinem dieser Kanäle zeigt sich auch ein solcher sechsstrahliger Sternbruch, welcher im Umkreise derselben das Gestein zerklüftete.

In wie weit drittens überhaupt der hexagonale Umriss vielen

[1] Antlitz der Erde. Bd. I. 1883. S. 165.

Mondkrateren wirklich eigen ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Die schönen vergrösserten Bilder, welche WEINLAND von einer ganzen Anzahl von Photographien der Lyck-Sternwarte giebt, lassen nichts Derartiges erkennen. Vergl. Fig. 110.

Endlich sprechen auch die Ringwälle der Mondkratere gegen ihre Auffassung als Senkungsfelder bezw. Kesselbrüche. Wenn alles in die Tiefe versinkt, wie soll da ein Ringwall entstehen? Haben



Clavius nach Weineck. Fig. 110.

wir etwa um die Einsturzbecken des Hegau und des Ries einen solchen erhöhten Ringwall? Ein solcher kann doch nur durch Auswurfsmassen aufgetürmt werden. Mindestens in allen den Fällen, in welchen sich auf dem Monde ein solcher Ringwall zeigt, muss daher Vulkanismus im Spiele sein; wenn auch zugegeben werden muss, dass ursprünglich ein Einsturz erfolgt sein könnte und erst dann ein Ausbruch. Im letzteren Falle wäre aber sicher der hexagonale Umriss wieder verwischt worden. Des Ferneren: Wie will man die centralen Kegel in den Mondkrateren erklären, wenn man in letzteren Einsturzbecken sieht? Auch überall da, wo Mondkratere dicht benachbart sind, wo sie im Innern einer grösseren Einsenkung

liegen, wo sie auf dem Ringwalle einer anderen oder gar auf der Flanke eines Centralkegels aufsitzen, wird man keine Entstehung durch Einsturz annehmen dürfen.

Dass dagegen andere Mondbildungen ohne Ringwall, wie gewisse sogenannte Meere, durch Einsturz entstanden sind, wäre nicht undenkbar.; denn warum sollten sich auf dem Monde keine Spaltenbildungen und Einbrüche vollzogen haben? Nur dass sie infolgedessen einen sechseckigen Umriss besitzen müssten, erscheint, im Hinblicke auf irdische Einbruchsfelder, nicht wahrscheinlich.

Verbesserungen und Zusätze.

Bohrtabelle des Bohrloches bei Neuffen.

In der Tabelle vorne auf S. 151 ist der den Bonebed-Sandstein vom Lias trennende Strich aus Versehen unter die No. 23 gekommen, während er über derselben gezogen sein müsste, da No. 23, wenn reiner Sandstein, dem Keuper angehört.

Auf S. 152 vorne ist das über No. 23 Gesagte dahin zu berichtigen, dass die Zone des *A. planorbis* in Schwaben wohl nirgends in so sandig-kalkiger Art entwickelt ist, wie das hier, einer mir zugegangenen irrtümlichen Mitteilung zufolge, als möglich angenommen wurde.

Zu S. 590 oben: Den Gründen, welche dafür sprechen, dass alle unsere Tuffgänge mit Maaren in Verbindung standen, dass es bei keinem zur Aufschüttung eines grösseren Aschenkegels auf der Erdoberfläche kam, möchte ich noch die beiden folgenden zugesellen:

Unsere Tuffe sind ausnahmslos gekennzeichnet durch die überaus grosse Zahl von Stücken der durchbrochenen Gesteinsmassen. Eine solche Beschaffenheit ist aber doch sicher ein Beweis dafür, dass wir hier nur Erstlingsauswürfe des Vulkanismus vor uns haben. Nur solange der Ausbruchskanal noch ausgesprengt wird, können den losen Aschenmassen so gewaltige Mengen der durchbrochenen Gesteinsreihen beigemengt werden. Ist der Kanal fertig gebildet, dann mag wohl hier und da einmal eine Erweiterung desselben stattfinden, so dass dann und wann wiederum durchbrochene Gesteine mit herausgefördert werden; im allgemeinen aber werden doch dann nur rein vulkanische Massen, entweder lose oder flüssige, aus der Röhre zu Tage kommen können.

Dauern also die Ausbrüche an, so werden die losen, mit Durchbruchsgestein so sehr stark gemengten, Massen, welche den Kanal anfänglich erfüllten, sehr bald zu Tage gefördert werden. Es wird aus ihnen ein Berg aufgeschüttet, so dass sich die nun reingefegte

Röhre entweder mit alleiniger vulkanischer Asche oder mit Schmelzfluss anfüllt. Zweifellos tritt fast immer sehr bald das letztere ein, denn wir kennen eben nur wenig tufferfüllte, dagegen sehr viel mit festem Basalt u. s. w. erfüllte Ausbruchskanäle. Es wird also eine so starke Vermengung der Asche mit Stücken der durchbrochenen Gesteinsreihen stets ein Beweis dafür sein, dass es sich hier um die Erstlingsprodukte einer neuen Ausbruchsröhre handelt, bezw. um eine starke Vergrösserung einer schon bestehenden, was auf dasselbe hinausläuft. Da nun im Gebiete von Urach sich nirgends reine Aschenmassen, sondern stets nur in der geschilderten Art durchmengte finden, so folgt daraus mit Notwendigkeit, dass wir hier wirklich nur Vulkanembryonen vor uns haben.

Aber noch ein weiterer Beweis lässt sich dafür erbringen, dass es in unserem Gebiete nicht zur Aufschüttung von Aschenkegeln gekommen ist. Hand in Hand mit einem solchen Vorgange würde selbstverständlich auch eine Aschendecke sich weithin über das ganze Gelände gelegt haben, wie das z. B. im Hegau der Fall war. Hierbei müsste natürlich die niederfallende lose Gesteinsmasse in Spalten[1] der Alb entweder direkt gelangt oder bald durch Wasser gespült sein, wie das z. B. im Ries der Fall ist, wo nach Gümbel der Tuff z. T. auf der Oberfläche, z. T. in solchen Spalten liegt. Auch in irgend eine der im Gebiete von Urach liegenden Höhlen würde durch das Regenwasser etwas von der Decke dieser Tuffbreccie hineingespült sein können. Nichts von alledem ist der Fall; der Tuff findet sich nur in den Ausbruchsröhren, nicht in Spalten oder Höhlen. Wie sich in unserem vulkanischen Gebiete, z. B. in den Spalten des Breitensteins, tertiäre Sande eingespült finden, so müsste in denselben auch Tuff liegen, denn er ist rings umgeben von nahegelegenen vulkanischen Punkten[2].

So sprechen also auch diese beiden Gründe dafür, dass in unserem Gebiete nur ein kurzes, vorübergehendes Aufflackern der vulkanischen Thätigkeit stattfand, dass keine Berge auf der Erdoberfläche aufgeschüttet wurden.

Sicher ist so viel, dass meine Auffassung aller unserer Tuffvorkommen als Ausbruchskanäle ehemaliger

---

[1] D. h. durch Bruch entstandene Spalten, nicht in Ausbruchsröhren.

[2] Randecker Maar, Torfgrube, Diepoldsburg, Engelhof, Rossbühl bei Brucken, Teck, Nabel, Limburg umgeben den Breitenstein, die NW.-Spitze der Randecker Plateauhalbinsel, von allen Seiten.

Maare mit der Deutung des Randecker Maares steht und fällt. Ist dieses ein Maar, so sind es auch alle anderen Vorkommen gewesen. Wer dagegen letzteres nicht anerkennen will, muss auch vom Randecker Maare sagen, dass dasselbe lediglich ein durch Erosion im Tuff entstandener Kessel, aber kein Explosionskrater sei. Niemand wird solches behaupten wollen, denn die obermiocänen Versteinerungen beweisen, dass hier ein Maar bestand. Also darf man es auch nicht den anderen Tuff- und Basaltvorkommen gegenüber bestreiten [1], wenn auch diese heut mehr oder weniger im Zustande von Ruinen erscheinen. Bleibt doch eine menschliche Bildsäule stets eine solche, auch wenn der Kopf der Figur verletzt ist, auch wenn er schliesslich ganz fehlt. Genau dasselbe gilt von unseren Maargängen bezw. Maaren.

Nur Wortklauberei also könnte sagen: „Weil man heute, auch oben auf der Alb, an vielen Stellen nichts mehr von dem Maartrichter sieht, so darf man auch nicht von Maaren sprechen, denn nur der Trichter heisst Maar.“ Gewiss, aber es bleibt dann doch immer zu Recht bestehen, dass ein ehemaliges Maar vorliegt.

Ich habe gesagt, mit dem Randecker Maare, dessen Maarnatur gewiss niemand bezweifeln wird, steht und fällt meine Auffassung von derjenigen unserer anderen vulkanischen Vorkommen. Zum Belege dessen möchte ich hier nur auf alle die Maare, bezw. Maartuffgänge aufmerksam machen, welche gleich dem Randecker Maar hart an den Steilabfall der Alb gerückt, aber doch bereits stärker durch diesen angeschnitten sind, so dass auf den ersten Blick gar nichts vorhanden zu sein scheint, was den Gedanken an ein Maar erweckt. Es sind das die Maare, bezw. Maartuffgänge: N. von Erkenbrechtsweiler No. 31; bei der Diepoldsburg No. 40; beim Engelhof No. 41; an der Gutenberger Steige 2. Gang No. 43, 4. Gang No. 45; in der Zittelstadt No. 62; an der Wittlinger Steige No. 63; an der Steige von Beuren nach Erkenbrechtsweiler No. 51; an der Steige von Neuffen nach Hülben No. 52 und 53. Beim Randecker Maar ist nur erst eine Scharte in den Rand desselben eingegraben worden, bei jenen ist die Hälfte bis zwei Drittel des Randes bereits entfernt und dadurch viel Tuff durch diese grosse Lücke hinausgeschafft. Dadurch sehen sie völlig anders aus. Wird aber im Ernste ein Geolog behaupten wollen, dass diese Vorkommen ihrem innersten Wesen

[1] Ausgenommen ist der spaltenförmige Basaltgang bei Grabenstetten No. 126.

nach etwas anderes sind als das Maar von Randeck, obgleich sie so ganz anders aussehen? Wird im Ernste ein Geolog behaupten wollen, dass das von ihm als Maar unbezweifelte Randecker Maar in späteren Zeiten genau ebenso aussehen wird wie jene? Wird er bestreiten können, dass dann auch das Randecker Maar nur wie ein am Steilabfalle in die Tiefe hinabsetzender, saigerer Tuffgang erscheinen muss, welcher an der Albseite — dem noch stehengebliebenen Teile des Maarrandes — hoch oben über dem Tuffe die steil aufragende Weiss-Jurawand zeigen wird?

Jene beiden Behauptungen kann kein Geolog aussprechen und verteidigen, diese letztere Aussage kann er nicht bestreiten. Mithin sind auch diese, gar nicht wie Maare mehr aussehenden Tuffgänge unbestreitbar gleichfalls ehemalige Maare. Damit aber sind notwendig auch alle anderen Tuffgänge unseres Gebietes ehemalige Maare, denn sie sind mit jenen durch alle Übergänge verbunden, wie abermals kein Geolog bestreiten wird. s. „Die Denudationsreihe“ S. 644 ff.

Endlich aber ein letzter Grund: In der Eifel sind keineswegs alle Maare noch unverletzt erhalten. Auch hier zeigen sich bereits ganz dieselben Einkerbungen im Rande (S. 709) und Zerstörungen des Randes des Kessels durch Thalbildungen, wie in unserem Gebiete. Nur viel weitergehend, viel stärker sind diese Zerstörungen in unserem Gebiete, das ist der ganze Unterschied. Vor allem fehlt in der Eifel der Steilabfall, durch welchen die in die Tiefe setzenden Tuffkanäle angeschnitten und sichtbar würden.

Übrigens möchte ich doch noch eines hervorheben: Das Eigenartige, Merkwürdige unseres vulkanischen Gebietes liegt vielmehr darin, dass alle 127 Vorkommen ausnahmslos Vulkanembryonen sind, dass also die vulkanischen Kräfte, kaum wach geworden, wieder erstickten, als darin, dass hier 127 Maarkessel vorhanden waren. Letzteres ist ja etwas ganz Nebensächliches. Ob in einer mit Tuff erfüllten Röhre der oberste Teil derselben leer bleibt, also einen Kessel bildet, oder nicht; ob dieser Teil lang, der Kessel also tief ist oder kurz, der Kessel also flach — das sind doch nur gradweise Unterschiede. Das Wesentliche also liegt im Embryonalen unseres Gebietes. Dieses aber bleibt zu Recht bestehen, auch wenn in demselben auch nicht ein einziger Maarkessel jemals vorhanden gewesen wäre.

Berichtigung zu der grossen geologischen Karte.

Bei dem Randecker Maar No. 39 ist die nach N. gerichtete keilförmige Verlängerung des roten Tuffleckes viel zu lang geworden, wodurch ein unnatürliches Bild entsteht. Die vorne auf S. 233 eingeschaltete Fig. 11 gewährt das richtigere Bild, wenn man sich denkt, dass das Innere des Kessels mit roter Farbe angetuscht sei und dass letztere sich in dem Abflussthale hinabzieht nur bis an die Linie, welche durch Punkt 1 gelegt ist. Nördlich dieser Linie beginnt bereits, wie Fig. 11 angiebt, der Weisse Jura. Es ist jedoch auch dieser Fig. 11 gegenüber zu berücksichtigen, dass — wie vorne auf S. 491 in „Erläuterung zu den Profilen“ gesagt wurde — hier nur flüchtig im Felde gemachte Skizzen vorliegen, welche in den Verhältnissen nicht genau sind. Es mag daher auch in Fig. 11 die Ausdehnung des Tuffes gegen N. noch etwas zu weit vorgeschoben sein. Thatsächlich handelt es sich bei dieser nördlichen Verlängerung des roten Tuffleckes nur um den, durch die schräg abwärts ziehende Zipfelbach-Schlucht bewirkten Anschnitt des in die Tiefe niedersetzenden, tufferfüllten Ausbruchskanales.

Veränderungen der grossen geologischen Karte gegenüber der geologischen Karte von Württemberg.

Der dieser Arbeit beigefügten grossen geologischen Karte im Massstabe von 1 : 50000 liegt die vom statistischen Landesamte herausgegebene geognostische Karte von Württemberg zu Grunde. Es erwies sich als nötig, einen Teil der die vulkanischen Punkte betreffenden Einzeichnungen zu verändern. Ich führe diese Veränderungen im folgenden auf:

Neu hinzugekommen sind die folgenden Tuffpunkte:

No. 32. An der Viehweide, W. von Erkenbrechtsweiler.
„ 33. SO. vom Engelhof.
„ 35. Torfgrube bei Ochsenwang.
„ 58. Im Elsachthale.
„ 59. Im Mohrenteich.
„ 80. Am Ehnisbach.
„ 124. Bei Scharnhausen.

Neu hinzugekommen sind die folgenden Basalt-Punkte:

No. 20. Im Hofbrunnen-Maar.
„ 45. An der Gutenberger Steige, Gang 4.

No. 48. Am Sulzburgberg.
„ 122. Am Gaisbühl.
„ 125. In der Zittelstadt.
„ 126. W. von Grabenstetten an der neuen Strasse.

An Stelle nur eines eingezeichneten Tuffvorkommens ergaben sich deren je zwei:

No. 71. Lichtenstein und
„ 72. Sonnenhalde.
„ 74. Aichelberg N.-Gang und
„ 75. „ S.-Gang.
„ 90. Bölle bei Reudern O.-Gang und
„ 91. „ „ „ W.-Gang.

Zwei Vorkommen wurden in eines zusammengezogen:

No. 122. Gaisbühl.

An Stelle der in Form langgestreckter, plattenförmiger Tuffgänge eingezeichneten Vorkommen wurden als Gänge rundlichen Querschnittes dargestellt:

No. 40. Diepoldsburg.
„ 41. Engelhof.
„ 30. Erkenbrechtsweiler im Dorfe.
„ 31. „ N. vom Dorfe.
„ 42. Gutenberger Steige 1. Gang.
„ 43. „ „ 2. „
„ 44. „ „ 3. „
„ 45. „ „ 4. „

An einer anderen Stelle mussten eingezeichnet werden:

No. 7. Am Leisgebronn.
„ 17. Im Hengbrunnen.
„ 57. Im Buckleter.
„ 60. Zittelstadt, W.-Gang.
„ 114. Scheidwasen.

Ganz fortgelassen wurden die Vorkommen:

S. 199. Basalt bei Hülben.
„ 462. No. 1. Burris bei Gutenberg. Basalttuffähnl. Bildung.
„ 465. „ 6. N. von Beuren. „ „
„ 463. „ 4. Bett der Lauter. „ „
„ 466. „ 10. W. von Kohlberg. „ „
„ 467. „ 17. Falkenberg bei Metzingen. „ „
„ 468. „ 19—22. S. vom Karpfenbühl. „ „

Basalttuffähnliche Bildung wurde als Tuff eingezeichnet:

No. 56. Auf dem Blohm.
„ 95. N. von Beuren.
„ 99. Bölle bei Kohlberg.
„ 109, 110, 111. Bei Grafenberg, NW.-, NO.-, SO.-Punkt.
„ 112. Hengstäcker.
„ 114. Scheidwasen.
„ 119. Schafbuckel.

Als grösseres Vorkommen erwies sich:

No. 82. Weg von Bissingen zum Hahnenkamm.

Verkleinert wurden die Vorkommen:

No. 34. Teck.
„ 37. Sternberg.
„ 46. Rossbühl bei Brucken.
„ 109, 110, 111. Grafenberg NW.-, NO.-, SO.-Punkt.
„ 123. Scheuerlesbach.

Sonst etwas geändert wurden:

No. 79. Egelsberg.
„ 96. Bettenhard.
„ 101. Florian.

Reiseplan für einen geologischen Ausflug in das vulkanische Gebiet von Urach.

Bei der, 130 übersteigenden Zahl vulkanischer Punkte in unserem Gebiete dürfte es angezeigt sein, demjenigen, welcher dasselbe kennen lernen will, einen Reiseweg an die Hand zu geben, der zu einer Anzahl der aufschlussreicheren Punkte hinführt. Wegen der weiten Entfernungen und der nicht überall vorhandenen Möglichkeit guten Nachtlagers, ist die Reise zu Wagen angenommen.

Ausgangspunkt derselben bildet Kirchheim u. Teck. Da man sowohl von Tübingen als auch von Stuttgart aus erst gegen 10 Uhr vormittags in Kirchheim eintreffen kann, so ist es zu besserer Ausnützung der Zeit geraten, in Kirchheim zu übernachten, so dass man früh morgens von dort aufbrechen kann. Andernfalls findet man den Wagenvermieter Ulmer auf dem Bahnhofe bei der Ankunft eines jeden Zuges. Es ist hier eine dreitägige Exkursion angenommen. Indessen ist auch jede einzelne Tagereise derart angegeben, dass man am Abend derselben wieder zurückkehren kann.

Erster Tag: Zu Wagen nach Weilheim, jedoch kurz vor dem Orte rechts abbiegen und über die Bleiche bis an den Fuss des Egelsberg No. 79 fahren. Von der O.-Seite auf den Berg steigen (Braun-Jura α bis nahe an den Gipfel), an der SW.-Seite im Tuff hinab. Rückfahrt über die Bleiche nach Weilheim. Dort hat der Kutscher 1 Stunde Zeit zum Ausspannen; dann fährt er auf der Strasse nach Hepsisau bis dahin, wo dieselbe die Lindach überschreitet (am SO.-Fusse des Limburgberges) und wartet dort. Unterdessen zu Fuss auf die Limburg; oben auf dem, etwa wagerecht den Berg umkreisenden Wege die Aufschlüsse im Weiss-Jura-Schuttmantel sehen. Hinab; Weiterfahrt nach Hepsisau und auf der neuen Steige zum Randecker Maar. In ziemlicher Höhe zur Linken der Kontakt zwischen dem Weiss-Jura und der in die Tiefe niedersetzenden Tuffröhre des Maares. Bei weiterem Ansteigen Schuttmantel und Tuff. Kurz vor dem Eintritt in das Innere des Maares an der Strasse das folgende Profil von oben nach unten: Lehm, Papierkohle, geschichteter Tuff. Steigt man von hier aus hinab auf die nahegelegene alte Steige, so findet man auf dieser Basaltstücke im Tuffe. Die nun zu verfolgende neue Strasse durch das Maar zeigt mehrfache Aufschlüsse in Süsswasserschichten und Tuff (s. vorne Fig. 11, S. 233). Weiterfahrt über Schopfloch hinab nach Gutenberg, wo der vorausfahrende Kutscher ausspannt. Unterwegs den Wagen verlassen da, wo die Steige bergab zu gehen beginnt, am S.-Ende des obersten (4.) Ganges No. 45 an der Gutenberger Steige. Im Graben dort (s. vorne S. 259, Fig. 16) Tuff, welcher unter dem Weiss-Jura herausschaut. Beim weiteren Abstieg die gegen das Maar hin fallenden Weiss-Jura-Schichten. Nach Umschreiten des Berges führt die Steige an diesem Tuff-Maargange vorbei. Im W.-Kontakt der schwarz gebrannte Kalk; daneben kleine Basaltapophyse im Tuff; im Walde am Gehänge bergabwärts findet sich mehr Basalt. Hinter dem O.-Kontakt feuerrote Färbung in Spalten des zersetzten Kalkes. Weiter abwärts an dem leicht zu übersehenden, überwachsenen, schmalen 3. Gange No. 44 vorbei zum 2. Gange No. 43. An der spitzen Biegung der Steige rechts bergaufwärts, dem Fusswege folgend in das Seitenthal eindringen; man steht mitten in der Seele des Tuffganges zu beiden Seiten am Gehänge Tuff; oben die senkrechten Weiss-Jura-δ-Mauern der Röhre. Zurück und weiter auf der Steige; dieselbe durchfährt die festen Tuffelsen. Bei dem rechtwinkeligen Umbiegen nach rechts wieder eine Partie stehengebliebenen Kalkes und abermals Durchfahren des Tuffes. Kalk im O.-Kontakte schwarz gebrannt. Dann

weiter an dem mit Rasen zugewachsenen 1. Gange No. 42 vorbei nach Gutenberg; Weiterfahrt nach Owen, links die steile Nadel des Konradsfelsens No. 47, Fig. 20, dann der Tuffgang des Sulzburgberges No. 48. Zu Owen, in der Post, übernachten; oder zurück nach Kirchheim bei Abbrechen der Reise.

Zweiter Tag: Zu Fuss zum Götzenbrühl No. 87, Fig. 61—63 von Norden her in den Einschnitt gehen; Moränen-ähnliches Aussehen der Tuffbreccie, harter Tuff im Innern, nahe dem Basaltkerne. Zurück nach Owen und zu Wagen von dort auf Beuren zu. Am „Alte Reuter" No. 50 ein Tuffgang, Granit im Tuffe, gerades Abschneiden des Tuffes gegen den Braun-Jura an der W.-Seite. Von hier aus aufwärts nach Erkenbrechtsweiler. Unterwegs ein Tuffgang No. 51, welcher den Kontakt zwischen Jurakalk und Tuff zeigt. Das im Dorfe Erkenbrechtsweiler gelegene Maar ist wenig deutlich; besser das im N. des Dorfes gelegene. Bei der Kirche geht man rechts die Seitenstrasse ab. Sobald man hier die Wasser„hülbe" erreicht hat, führt abermals rechts ein Fussweg durch den das Maar erfüllenden Tuff. Die W.-Wand des Maares und Maarkanales ist bereits verschwunden, da hier der Steilabfall der Alb. Nun zu Wagen über die Hochfläche zum Burrenhof und von da abwärts nach Neuffen. Beim Abstieg die beiden Tuffgänge No. 52 und 53 mit gutem Kontakte. Von Neuffen nach Kohlberg. Dort spannt der Kutscher aus. Zu Fuss zum NW.-Arm des Jusi. Dieser ist vom Raupenthal aus (S.-Gehänge des NW.-Armes) zu ersteigen. Oben ziemlich mächtige geschichtete Tuffe. Oberhalb Kappishäusern Basaltgänge im Tuff. Zurück nach Kohlberg und weiter nach Metzingen. Halbwegs der Dachsbühl No. 104, welcher von der Strasse durchschnitten wird. Kontakt zwischen Braun-Jura γ und Tuff an der W.-Seite. Da, wo die Strasse dann am Metzinger Weinberg No. 102 sich im scharfen Bogen hinabwindet, ist der Aufschluss, welcher zeigt, wie der Tuff im Braun-Jura in die Tiefe setzt. Vorne S .409. Fig. 80. Übernachten in Metzingen am Bahnhofe, oder noch besser mit der Bahn nach Urach.

Dritter Tag: Von Urach zu Wagen nach Hengen, das in einem Maarkessel liegt, No. 13. Etwa halbwegs der grosse Gang No. 62, in welchem wir das Zukunftsbild des Hengener Maares sehen, wenn dereinst die Thalfurche sich bis über Hengen hinaus eingeschnitten haben wird. Dieser Gang steckt ebenso wie der südlich gelegene No. 63 noch mit der N.-Seite ganz im Jura, während er an der S.-Seite durch die Thalbildung freigelegt ist. Bereits weiter abwärts fand sich ein Gang No. 60; schlecht aufgeschlossen, aber

im Chausseegraben der weisse Jurakalk geschwärzt im W.-Kontakte. Von Hengen über Aglishardt nach Gruorn, wo der Kutscher ausspannt. Zu Fuss zum Basaltmaar des Dintenbühl No. 36; die Kesselwand im O. und S. noch erhalten. Zurück nach Gruorn. Zu Wagen über den Meierfelsen, südwestlich, auf den Uhenhof zu. An der Biegung der Strasse hält der Wagen und wartet. Zu Fuss südlich zum Maar mit dem Hofbrunnen No. 20, fast dem schönsten Maartrichter der Alb, der seine jetzige Tiefe aber z. T. späterer Erosion verdankt. Hinab über den Uhenhof nach Seeburg und Urach. Rückfahrt im Ermsthale bis zum Faitel (Wittlinger) Thale. In diesem aufwärts nach Wittlingen. Halbwegs der grosse Tuffgang No. 63, der an verschiedenen Stellen durch die Steige und das Thal angeschnitten wird. Wittlingen selbst liegt auch in einem Maarkessel No. 14. Dieses Wittlinger Maar ist das Vergangenheitsbild desjenigen No. 63; und umgekehrt, No. 63 ist das Zukunftsbild des benachbarten Wittlinger Maares.

Schwabens
125 Vulkan-Embryonen

und

deren tufferfüllte Ausbruchsröhren, das grösste Gebiet ehemaliger Maare auf der Erde

von

Prof. Dr. W. Branco
in Tübingen.

Mit 2 geologischen Karten und 115 Textfiguren.

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1894.

